

PALÄO GEOGRAPHISCHE UND PALÄO BIOLOGISCHE VERHÄLTNISSE DER BUDAPESTER UMGEBUNG IM OBERE OZÄN UND UNTER O LIGO ZÄN

von

E. DUDICH, jr.

Paläontologisches Institut, Eötvös-Universität, Budapest
(Eingegangen : 8. Juli, 1958)

ZUSAMMENFASSUNG

Die komplexe geologische und paläontologische Untersuchung der priabonischen und latorfischen Bildungen im Budaer-Gebirge führte zu paläogeographischen Feststellungen. Auf Grund paläoökologischer Analysen wurden 6 Horizonte in den Faziestypen unterschieden, wobei besonders die *Bryozoen-Zönosen* in Betracht gezogen wurden. Zwischen den beiden mitteleuropäischen Tethysprovinzen fand ein Faunenausgleich statt.

Einführung

Es gibt über das Budaer-Gebirge eine überaus reiche geologische und paläontologische Literatur. Es stehen uns sogar in paläobotanischer Hinsicht recht viele Angaben zur Verfügung. Versuche einer Skizze der Entwicklungsgeschichte des Gebietes von der Trias bis zum Holozän sind von A. V e n d l und F. H o r u s i t z k y angestellt worden. In diesen grosszügigen Übersichten sind die feineren Einzelheiten jedoch zwangsläufig vernachlässigt worden.

Der paläogeographische Rahmen, in dem das hier zu betrachtende Gebiet von ungef. 400 km² gehört, ist von E. S z ö t s in seiner Monographie über das ungarische Paläogen geschildert worden.

Wir haben unsere eigenen Untersuchungen auf die priabonische Stufe des Obereozäns und auf die Latorfsschichten des Unteroligozäns erstreckt. Wir trachteten innerhalb der Möglichkeiten eine komplexe Untersuchung mit den modernsten Mitteln der geologischen und biologischen Wissenschaften auszuführen: wir nahmen instrumentelle stratigraphische Profilvermessungen vor, sowie sedimentpetrographische und teils mineralogischpetrographische Untersuchungen der Schicht für Schicht gesammelten Gesteinsproben verschiedener Schichtreihen, die eingehende paläontologische Bearbeitung der Bryozoenfauna, und endlich eine paläobiologische (sowie paläoökologische) Auswertung aller bisher beschriebenen Faunen- und Florenelemente.

Bei der Anwendung von Literaturangaben haben wir in erster Reihe die mitgeteilten Tatsachen in Betracht gezogen, mit der Beachtung der Genauigkeit von Beobachtung und Beschreibung, und nur an zweiter Stelle die Folgerungen und Anschauungen der Verfasser.

Aus den Mosaikstückchen der Literatur- und eigenen Beobachtungsangaben haben sich im grossen Ganzen zwei „Blätter“ der Geschichte des Budaer-Gebirges zusammengefügt: diese umfassen zeitlich etwa 8—10 Millionen Jahre.

Wir werden im folgenden nicht der Reihe der Untersuchungen und Folgerungen entlanggehen, da diese, vielfach verflochten, teils nur in ihrer gegenseitigen Beleuchtung verständlich werden, sondern die logische Schilderung eines zusammenfassenden Bildes vornehmen.

I. Geologisch-stratigraphische Übersicht

Unser Gebiet liegt am östlichen Ende des Ungarischen Mittelgebirges. Das mesozoische Grundgebirge besteht aus karbonatischen Gesteinen der Trias, u. zw. aus Dachsteinkalk und mehreren Arten z. T. hornsteinführenden Dolomits.

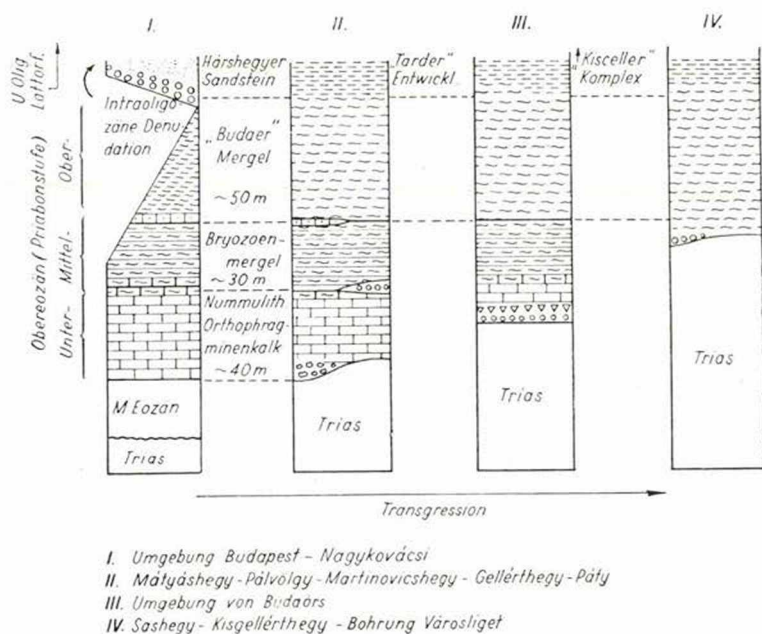


Fig. 1.

Die Schichtenreihe des Deckgebirges war in den vergangenen hundert Jahren der Gegenstand mannigfacher Studien. Sie beginnt im nordwestlichen Teil des Gebietes mit einer untereozänen terrestrischen Tonserie. Es folgen darauf eine Braunkohlenformation und eine limnische, später zunehmend brackische und endlich ausgesprochen marine mitteleozäne Sequenz.

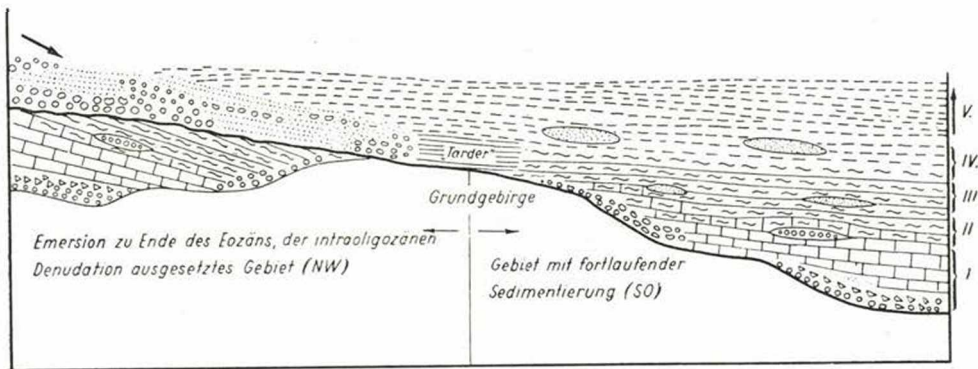
Im Gebiet im engeren Sinne beginnt die Schichtenreihe des Deckgebirges an gewissen Punkten mit dem Mittel-, im allgemeinen jedoch nur mit dem Obereozän. Wir teilen in Fig. 1 die Haupttypen von zusammenfassenden stratigraphischen Kolonnen mit, und trachten in Fig. 2 die Neben- und Aufeinanderfolge der sedimentären Entwicklungen nach der Faziesregel von Walther in einem einzigen Diagramm darzustellen.

Der sogenannte „Hárshegyér Sandstein“ liegt überall diskordant teils unmittelbar über Trias, teils über Obereozänkalk oder dem sog. „Bryozoen-

mergel", und geht konkordant und graduell ins mitteloligozäne (Kisceller-) Tegel über, wie das im Tale der Rózsika-forrás (Quelle) beobachtbar ist.

Geologisch liegt es an der Hand, die Grenze Eozän-Oligozän mit der Emersion, die die Voraussetzungen zur Bildung des Hárshgyer Sandsteines geschaffen hat, zu identifizieren. Demnach bilden die obererzänen Ablagerungen einen kleinen Sedimentzyklus (sog. Mikrozyklothem), in dem die Ablagerungen des übergreifenden Meeres übereinander sowie auch nebeneinander vorkommen, die Ablagerungen der Regression jedoch wegen der rapiden Emersion und Abtragung fehlen. Ein solcher Zyklus ist für die epikontinentale Fazies kennzeichnend.

Es geht aus dem grossen zusammenfassenden Profil klar hervor, dass eine scharfe Gegenüberstellung gleichzeitiger (homochroner) und zeitlich etwas verschobener (bloss homotaxer) Bildungen innerhalb einer zeitlich und



- I Priabonische Stufe unteres Glied = „Horizont des Nummulithen - Orthophragminenkalkes.“
 - II. „ „ „ mittleres Glied = „Horizont des Bryozoenmergels“
 - III. „ „ „ oberes Glied = „Horizont des Budaer Mergels“
 - IV Latterhorizont = „Hárshgyer Sandstein“ und „Latterhorizont.“
 - V. Rupelstufe = „Horizont des Kisceller Tegels“
- Erosionsfläche der intraoligozänen Denudation

Fig. 2.

räumlich so engbegrenzten geologischen Einheit wahrhaftig nur durch eine ausserordentliche Starrheit der Anschauung erklärt werden kann.

Die sedimentäre Formation zeigt einen Übergang zwischen dem Paläogen des Transdanubischen Mittelgebirges und den nordwestlichen Teilen des Ungarischen Mittelgebirges. Sie entwickelt sich aus dem ersteren, ist jedoch später, besonders im Oligozän, ausgesprochen mit dem letzteren verbunden.

Wir werden demnächst aus der Annahme ausgehen — anhand welcher wir auch das grosse prinzipielle Profil konstruiert haben —, dass die Budaer- und Piliser-Struktureinheiten, die durch H o r u s i t z k y anhand der Triasfazies unterschieden werden, in Obererzän und Unteroligozän eine einzige paläogeographische Einheit bildeten, d. h. dass alle in dieser Zeitspanne entstandenen Ablagerungen unseres Gebietes ohne wesentliche horizontale Verschiebungen, in autochthoner Lage liegen. Soll sich die Auffassung von F. H o r u s i t z k y, dass es auf der Eozän-Oligozängrenze im Rahmen der pyrenäischen Phase eine Überschiebung von mehreren zehn Kilometern Schubweite gab, dass also die Ablagerungen der Piliser-Einheit in ihrer heuti-

gen Lage allochthon sind, als richtig erweisen, so wird man bei der paläogeographischen Reproduktion die beiden Einheiten entsprechend auseinanderziehen müssen. In diesem Falle müssen wir jedoch die Unkenntnis der paläogenen Übergangsfazies zwischen beiden Einheiten eingestehen.

II. Allgemeine paläogeographische Angaben

Nach der paläoklimatologischen Karte von Köppen-Wegener aus 1924 lag der Nordpol im Eozän bei 45 Grad nördlicher Breite und 160 Grad östlicher Länge. Folglich soll der Südpol, bei 45 Grad südlicher Breite und 20 Grad westlicher Länge gelegen haben. Demnach lag die Umgebung der heutigen Stadt Budapest — mit Rücksicht auf die damalige Verteilung der Kontinente — kaum zwei Breitengrade über dem Äquator. So muss diese Gegend ein ausgesprochen tropisches Klima gehabt haben. Jedoch wird diese Pollage von Schwardach (1950) bezweifelt. In seiner Auffassung lag unser Gebiet im Eozän auf der Grenze der subtropischen und tropischen Zone, in der Region der Westwinde.

Das über die mesozoischen Schollen des Ungarischen Mittelgebirges transgredierende Paläogenmeer war ein epikontinentales Randmeer des den karpatischen Geosynklinalraum einnehmenden Flyschmeeres, und bildete als solches einen Teil der Tethys. Es drang von den Alpen und Norditalien her in mehreren Phasen vor, entlang einer durch mannigfaltige Buchten gegliederten Küstenlinie. Dieser Vordrang mag als Ingression bezeichnet werden. Unsere ganze einheimische Paläogenserie weist die abwechslungsreichen Fazies eines festlandsnahen Schelfmeeres auf.

Zu Ende des Mitteleozäns trat eine weitere Transgression in östlich-nordöstlicher Richtung ein. So kam an den Peripherien des Bükk-Gebirges die Verbindung mit dem Becken der Nordostkarpaten und wahrscheinlich auch mit dem Transsylvanischen Becken zustande. Diese Annahme wird durch gemeinsame Faunaelemente (*Nummulites intermedius*) belegt. Die Bucht des Budaer-Gebirges zeigt im Obereozän den weiter westlich bzw. nordwestlich gelegenen Gebieten gegenüber eine gewisse Absonderung (vielleicht durch eine submarine Schwelle?). An der Eozän—Oligozän-Grenze zieht sich infolge der relativen Hebung von Transdanubien der betreffende Teil des Randmeeres zurück und gibt einer Denudationsperiode den Weg frei. Diese ist nichts anderes als die von K. Telegdi-Roth erkannte „infraoligozäne (richtiger intraoligozäne) Denudation“. Da demzufolge die Verbindung mit südwestlichen Meeren aufhörte, kommt im Oligozän eine immer stärker betonte Ähnlichkeit zum norddeutschen Faziesgebiet zur Geltung.

Die *Küstengestaltung (Paläaktologie)* ist der intensiven tektonischen Gliederung und dem mannigfaltigen denudativen Formenschatz des Gebietes entsprechend abwechslungsreich. Die Transgression des Eozänmeeres fand nämlich eine verkarstete Schollenmorphologie vor sich.

Die im geologischen Teil näher zu beschreibenden, aus den lokalen Gesteinsmaterialien des triassischen Grundgebirges bestehenden groben Basalkonglomerat- und Brekzienschichten weisen auf steile, abrasive Küstenteile hin. An anderen Stellen, wo ein aus foraminiferenführendem Kalzilitit entstandener Nummulitenkalk unmittelbar über terrestrische Tone liegt, erkennen wir die Spuren des ehemaligen Flachstrandes. Man darf den Nachweis der

ehemaligen Küstenlinie keinesfalls nur mit der Anwesenheit grober detritaler Ablagerungen verbinden.

Die Eigenschaften der Ingression sind durch die allmähliche Senkung des Gebietes sowie durch die nordwest-südost streichenden Grabentäler bedingt worden. Es kamen im entstandenen Budaer Meerbusen Inseln verschiedener Grösse und Untiefen vor. Das gab zu der Entwicklung von vielerlei Biofazies Anlass.

Wir können zwei Hauptphasen der Küstenverschiebung unterscheiden:

1. Ein stetiges Übergreifen des Obereozänmeeres infolge der allmählichen Senkung des Gebietes, bis zur vollständigen Überschwemmung des heutigen Budaer-Gebirges.

2. Das Entstehen einer Nordost-Südwest streichenden Küste in Zusammenhang mit der verhältnismässig schnellen, kräftigen Hebung Transdanubiens. Der Verlauf dieser Küstenlinie kann genau nicht bestimmt werden, da die Zunahme der Reliefenergie, das Sinken der Erosionsbase im Budaer-Gebiet zu einer grosszügigen Steigerung der fluvialen Erosion und Ablagerung führte. Deshalb wechseln sich in der Fazies des sog. Hárshegyér Sandsteines fluviale und litorale Schotter und Sande miteinander und sogar mit festländischen und marinen Tonschichten ab (Fig. 3).

Es hat sich derart auf dem Gebiet des heutigen Budaer-Gebirges eine geomorphologische Inversion abgespielt: anfangs war der südöstliche Teil der Erosion preisgegeben, mit einer intensiv gegliederten subärischen Oberflächengestaltung, während der nordwestliche Teil mit Wasser überschwemmt war; dann aber wurde die nordwestliche Gegend trockengelegt und die südöstliche begann immer tiefer zu sinken. Die Ablagerung ging mit der Senkung gleichzeitig vor.

Unsere Untersuchung umfasst gerade die Zeitspanne dieser geomorphologischen Inversion: vom Anfang der spätmiddleozänen Ingression bis zum Anfang der Ablagerung der mitteloligozänen Tegel. Diese zeigt nämlich den Anfang der dritten Phase, der erneuerten Senkung der nordwestlichen Gegend an.

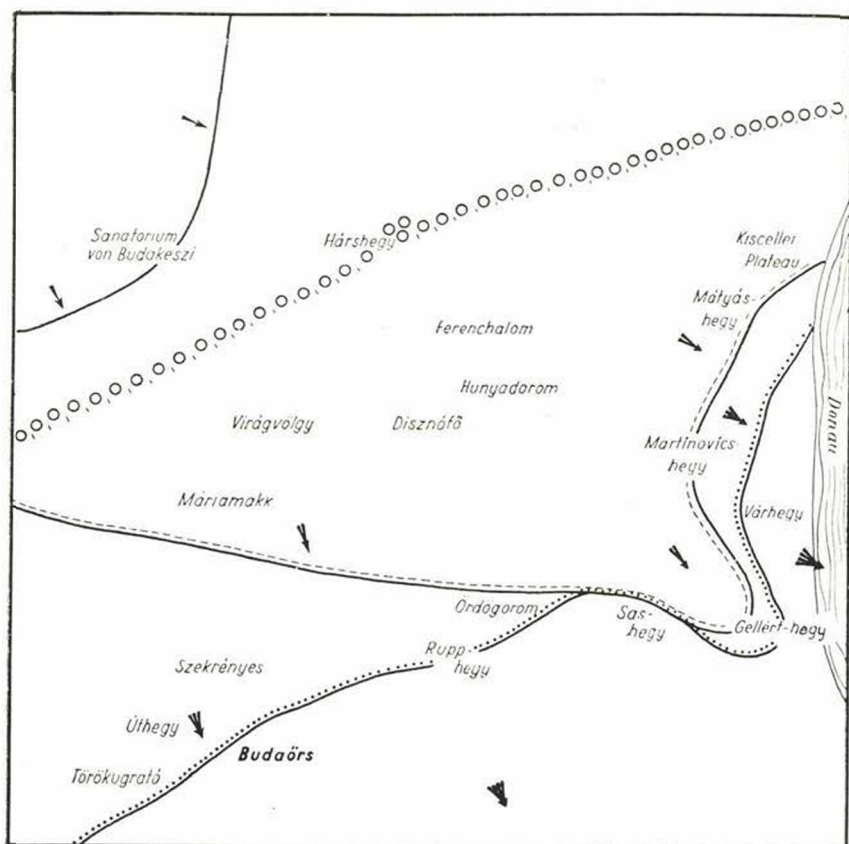
Unser Gebiet war demnach im Obereozän eine Einbuchtung des Meeres, das das Ungarische-Mittelgebirge bedeckte, während es im Unteroligozän eine südwestliche Bucht im Meer des Nordöstlichen Mittelgebirges darstellte.

III. Geographie und Lebewelt des Küstengebietes

Wir haben über das Küstengebiet spärlichere und ungewissere Kenntnisse als über die Sedimentierungs- und biologischen Verhältnisse des Meeres.

Wir können als Grundlage die Tatsache nehmen, dass die Unterlage aus Triasdolomit und -kalk als ein Teil des Transdanubischen Mittelgebirges angesehen werden kann. Sie hat einen mit dem der alten Triasschollen des Bakony- und Vértés-Gebirges identischen Entwicklungsgang durchgemacht. Ein Zeichen dafür ist die spurenhafte Anwesenheit im Budaer-Gebirge (Nagykovácsi, Piliscsaba, Budakeszi, Zugliget, Ferenchalom) der dort auch wirtschaftlich wichtigen Bauxitbildung.

In der Jura- und Kreideperiode war unser Gebiet Festland. Das tropische Klima führte zu einer intensiven Abtragung. Die feuchtwarme Luft und die Anwesenheit der mächtigen karbonatischen Gesteinsreihen gab die



Angenommener Verlauf der Küstenlinie

- am Ende des Tertiärs
- - - im unteren Priabon
- ... im mittleren Priabon

Im oberen Priabon war das ganze Gebiet überschwemmt

○,○,○, Küstenlinie der Emersion zu Ende des Eozäns. Nur das Gebiet im SO blieb auch weiter überschwemmt.

Die Pfeile zeigen die Richtung der Transgression in den einzelnen Phasen an.

Fig. 3.

Möglichkeit einer Verkarstung tropischen Typs, die hauptsächlich die Oberflächenmorphologie umgestaltete. Hemmend auf diesen Prozess wirkte jedoch die tektonische Gegliedertheit. Ein Urkarst wie im Bakony- und Vértes-Gebirge, jedoch weniger entwickelt, mit bescheideneren Formen, musste sich hier entwickelt haben. Die Hauptperiode der Verkarstung war die Kreide. Da die Karsterscheinungen von kurzer Lebensdauer sind, können die Züge des Urkarsts am heutigen Anlitz des Budaer-Gebirges kaum noch bemerkt werden. Nur in der nordwestlichen Gegend sind mit bauxitischem Material gefüllte Senken durch die mittelozeäne Transgression mit Sediment überdeckt worden. In den übrigen Gebieten sind diese Formen (nach der Auffassung von

Z. Szabó—Pál) bereits vor der obereozänen Transgression durch Prozesse der Peneplanation zerstört worden.

Die Karstwasserfläche muss infolge der intensiven Peneplanation recht hoch gelegen sein. Ein Beweis dafür ist die kennzeichnende Karstkohlenbildung der unmittelbar anliegenden Gebiete: das Karstwasser hat die chemischen Eigenschaften der Torfmoore unmittelbar beeinflusst. Es gab zweifelsohne auch Karstquellen im Gebiet. Es ist möglich, dass wir ähnlich den Verhältnissen des heutigen Dinarischen-Karstes auch mit untermeerisch aufbrechenden Karstquellen rechnen müssen.

Der Beginn der Thermalquellentätigkeit im Budaer-Gebirge ist post-eozän und kann mit dem miozänen Vulkanismus in Zusammenhang gebracht werden. Das kiesige Bindemittel des sog. Hárshgyer Sandsteines wird aber von Manchen für fast syngenetisch, höchstens epigenetisch, noch im Oligozän entstanden gehalten.

Über das Relief der Topographie haben wir keine verlässlichen Angaben. Gewisse paläobotanische Funde weisen auf Höhen von 4—500 m ü. M. hin. Eine so intensive vertikale Gliederung der unmittelbaren Küstengegend wird jedoch von anderen Seiten nicht bestätigt.

Über *bodenkundliche* (*pädologische*) Angaben verfügen wir überhaupt nicht. Wir könnten als fossile Böden (im weiteren Sinne) höchstens die roten Tonschichten aus dem Unter- und Mitteleozän betrachten. Des weiteren sind wir vollkommen auf Spekulation hingewiesen.

Die Triaskalke und Dolomite des Grundgebirges ergeben im Durchschnitt 0,5% Unlösliches. Letzteres besteht aus 63% SiO_2 , 12% Fe_2O_3 , und 25% Al_2O_3 .

1. Die Verwitterung des Dolomits ist lediglich eine Zermürbung. Diese liefert besonders im feuchten, tropischen Klima eine grosse Menge von Detritus, führt jedoch zu einer für die Vegetation ungünstigen Bodenbildung. Letzten Endes führt dieser Prozess zu der Entstehung einer halbkahlen Karstfläche, die in phytogeographischer Hinsicht in die Gruppe *Rupideserta* gehört.

2. Über dem Triaskalk konnte sich ein tropischer, humusreicher Waldboden entwickeln. Seine Entwicklung ist durch das auf die Festländer gefallene andesitische Tuffmaterial, und auch durch den siallitischen Detritus der weitergelegenen kristallinen Grundgebirgsteilen gefördert worden. Die Kieselsäure ist aus diesen akzessorischen Materialien durch die sowieso basischen, doch infolge der Verwesung pflanzlicher Stoffe noch basischer werdenden Bodenwässer (Kartswässer) ausgelaugt worden.

3. Der dritte Bodentyp, den wir auf Grund der Pflanzenwelt anzunehmen haben, ist die an organischen Stoffen reiche, für das Gedeihen einer üppigen Pflanzenwelt günstige Boden der mitteleozänen Torfmoore.

Über die Lebewelt dieser Böden haben wir gar keine Angaben.

Unsere paläoklimatologischen Folgerungen sind in erster Reihe auf die festländische Flora basiert. Anhand deren lässt sich in unserem Gebiet mit einer fast vollen Sicherheit ein tropisches Klima mit reichen und gleichmässig verteilten Niederschlägen und intensiver Sonnenbestrahlung im Obereozän annehmen.

Im Unteroligozän nahm die mittlere Temperatur etwas ab, das Klima ging in ein subtropisch geartetes über: die Verteilung der Niederschläge wurde auch unregelmässiger.

Betreffs der *Windverhältnisse* beziehen wir uns auf Schwarzbach, laut dessen Schema unser Gebiet in die Zone der Westwinde fiel. In dieser Hinsicht ist uns der wiederholte andesitische Tufffall behilflich. Ein Teil des gefördertten feinen vulkanischen Staubes rührt zweifellos aus dem Velenceer-Gebirge her. Das bedeutet einen westlich-südwestlichen Wind. Ein anderer Teil kann mit grösster Wahrscheinlichkeit aus der Gegend des heutigen Mátra-Gebirges hergeleitet werden, d. h. aus dem Nordwesten. Über die zeitliche Abwechslung und Verschiebung dieser zwei entgegengesetzten Windrichtungen können wir nichts weiteres aussagen.

Die bedeutenden Unterschiede in der Temperatur und Ausstrahlung zwischen den Oberflächen des Meeres und des karstischen Festlandes muss zu einer täglichen Abwechslung der „Land“- und „Seewinde“ geführt haben.

Im Budaer-Gebirge sind die massenhaften Anhäufungen pelagischer Planktonwesen (Globigerinen, Pteropoden) in neritischen, ja manchmal ausgesprochen litoralen Ablagerungen kennzeichnend. Diese konnten wohl durch den Seegang eines vom offenen Meere her wehenden Windes in Küstennähe getrieben worden sein.

Wir haben eine verhältnismässig gute Einsicht in die *Floraverhältnisse* der sich im Norden und Nordwesten an unser Gebiet anschliessenden eozänen Kohlenbecken. Es sind aus unserem Gebiet im engeren Sinne Angaben über die Pflanzenreste des Nummulitenkalkes von Tuzson und Rásky, über die Flora des sog. Budaer-Mergels von Rásky, über die Pflanzenreste des sog. Kisceller-Tegels von Andreánszky und ebenfalls von Rásky gegeben worden.

Pflanzengeographisch sind diese Floraelemente der ostindisch-malaischen Floragruppe verwandt. Nach den paläobotanischen Angaben war im Eozän die Pflanzenwelt der Umgebung des ganzen Nummulitischen Mittelmeeres (der Tethys) dieser stark ähnlich.

1. Es gab in den Zeiten vor dem Obereozän im basischen Wasser der Torfmoore, in denen es zur Entstehung der „Karstkohlen“ kam, ein reiches bakterielles Leben. Der Reichtum dieser Braunkohlen an organischem Schwefel ist auf die Aminosäuren Cystin, Cystein und Methionin dieser Mikroorganismen zurückzuführen.

Im Mitteleozän des Doroger-Bergrevieres wurden durch E. Szádeczky-Kardoss anhand kohlenpetrographischer Untersuchungen Kohlenbildungen im Waldmoor (ufernah) und Sumpf (in dem Beckeninnern) unterschieden. Man hat Pilzsporen, Hyphen, Harzklumpen, zusammengepresste dicke Bastgewebenteile und Farnsporen vorgefunden. In Tatabánya wechseln sich in den aufeinanderfolgenden Kohlenflözen Braunkohlentypen verschiedener Abstammung ab, Algakohlen, Sporopollenite, Kutikelkohlen und Wurzelkohlen.

Eine nichtmoorige limnische Ausbildung kennen wir aus Solymár, von der Grenze Unter- und Mitteleozän. Es kamen darin Reste aus der Klasse *Charophyceae* des Stammes *Chlorophyta* (grüne Algen) vor, und zwar 7 Arten *Kosmogyrá*, 3 Arten *Clavator*, *Chara Voltzii*.

Aus dem Mitteleozän von Nagykovácsi ist durch Rásky die *Chara strobilocarpa* var. *ellipsoidea* beschrieben worden.

2. Aus dem unteren Horizont des Obereozäns (unterpriabonische Stufe) kamen aus marinen Schichten Landpflanzenreste zum Vorschein. Der verhältnismässig reichste Fundort ist die nummulitische Kalkserie am Martino-

vics-hegy (früher Kleiner-Schwabenberg). Von hier ist die folgende Flora beschrieben worden (die Pflanzenreste werden nach dem botanischen System von S o ó aufgezählt):

Angiospermae, Stamm der Bedecktsamer, **Dicotyledoneae**, Reihe **Fagales**, *Quercoxylon* sp., ein nicht näher bestimmbarer Stammstück einer Eichenart. Gelangte wahrscheinlich als Schwemmholz in den litoralen Kalkschlamm.

Die nähere systematische Position des mit dem Namen *Monotis oeninigensis* beschriebenen Blütenrestes mit fünffacher Symmetrie und 1,8 cm langen Kelchblättern ist unbekannt.

Monocotyledoneae, Reihe **Spadicifloreae**, **Palmae** = Familie der Palmenarten.

Eine verhältnismässig grosse Anzahl von Palmenfrüchten ist zum Vorschein gekommen. Diese mochten durch Wasser befördert in die marinen Sedimente geraten sein.

Nipa sp., eine halophyle, salzwasserfreudige Mangrovenpalme.

Actinorhytis eocaenica (*Carya ventricosa* = *Juglandites eocaenica*). Ihre rezente verwandte Art ist eine 40 m Höhe erreichende, hochstämmige südostasiatische Palme.

Aus dem mittleren Horizont des Obereozäns (dem sog. Bryozoenmergel) kennen wir überhaupt keine Urpflanzenreste. Allem Anschein nach sind die Pflanzentrümmer, die ins stark bewegte, oxygenreiche Wasser geraten waren, schnell der Verwesung anheimgefallen, so dass es nicht zur Fossilisation kam.

3. Aus dem oberen Horizont des Obereozäns ist schon eine viel reichere Pflanzenassoziation beschrieben worden. Die Flora dieses sog. Budaer-Mergels besteht grösstenteils aus Blättern. Unter den Früchten sind die Flügelfrüchte vorherrschend. Das zeigt eine Beförderung aus etwas grösserer Entfernung durch den Wind.

Pteridophyta: Stamm d. farnartigen Pflanzen; **Pteropsida** = Klasse der Farne; **Filicales** = Reihe der Farngewächse; Abdrücke aus der Familie *Polypodiaceae*: *Pteris budensis*.

Gymnospermae: Stamm der Nacktsamer; **Coniferae**: Klasse der Nadelbäume. Bruchstücke von Zweigen von Arten, die feuchten Boden vorziehen. *Cephalotaxaceae*: *Cephalotaxus* sp. *Taxodiaceae*: *Sequoia* sp. *Taxodium* sp. Die Taxodien (Sumpfyypressen) Bäume mit periodischem Laubfall und Atemwurzeln. *Cupressaceae*: *Libocedrus* sp. *Tetraclinis brongniarti* (Flügelfrüchte).

Angiospermae: Stamm der Bedecktsamer; **Dicotyledoneae**; **Leguminosae** = Reihe der Hülsenfrüchte; *Mimosaceae*; *Mimosites Haeringiana* (mehr als 80 Blättchen).

Reihe **Terebinthales** (meistens baumartige Gewächse); *Simaroubaceae*; *Ailanthus confucii* (Götterbaum): das häufigste Pflanzenrest. Mehr als 170 Früchte, jedoch kaum einige vollkommen unversehrt. *Anacardiaceae*: *Embothrites borealis*: 33 Flügelfrüchte. *Malpighiaceae*: *Tetrapteris harpyarum* (es kamen fast 20 Früchte zum Vorschein). Diese ist eine lianartige Pflanze.

Reihe **Rhamnales**: *Zizyphus zizyphoides*, ein Strauch, 230 Blätterfragmente, mit einer Träufelspitze von 2 cm Länge. *Zizyphus ovata*. Kleine Blüten. Die Blätter und Blüten von *Zizyphus* sind vermutlich die Reste einer und derselben fossilen Art.

Reihe **Malvales**; *Malvaceae*: *Kydia palaeocalycina*. 20 Abdrücke von verhältnismässig guter Erhaltung und Blattfragmente. *Kydia hungarica*, 3 Exemplare. Die Blätter und Blüten sind vermutlich Reste einer und derselben fossilen Art. Die Kydien sind heute in Burma und in der Himalaya baumartige Pflanzen. *Sterculiaceae*: *Tarrietia hungarica* (aus der Verwandtschaft der Kakaobaum-Arten).

Reihe **Urticales**; *Urticaceae*: *Maoutia hungarica*: mehrere übereinandergepresste Blätter. Sie können mit den Blättern der rezenten *Maoutia puya* gut verglichen werden. Diese wächst heute auf der Insel Jawa in der unteren Region der Gebirge, 400–700 m über Meereshöhe, in lichten Wäldern, in der Form von Sträuchern von bis 5 m Höhe.

Reihe **Fagales**: buchenartige Bäume; *Betulaceae*: *Betula* sp., Birke. Mehr als 60 Früchte. *Hooleyia hermis*. Mehr als 60 Früchte, wahrscheinlich eine ausgestorbene Verwandte der *Betula*.

Reihe **Juglandales**: nussbaumartige Bäume; *Engelhardtia brongniarti*, Abdrücke von 7 Früchten. Die rezente Verwandtschaft gedeiht in Ostindien.

Reihe **Myricales**; *Myricaceae*: *Myrica* sp.

Wir haben die von Szádeczky festgestellte Wald- und Riedmoorentwicklung des unteren und mittleren Eozäns, die ökologisch in die Gruppen Emersi- bzw. Submersiherbosa gehören, nur der Vollständigkeit halber erwähnt. Die Flora der geologisch einheitlichen obereozänen, priabonischen Kalk- und Mergelserie gehört in die Gruppe Lignosa = Pflanzengesellschaft der Wälder, u. zw. in diejenige der tropischen Regenwälder: *Pluvilignosa*. Diese ist durch hydrophile und thermophile Pflanzen gekennzeichnet. Die Laubkrone ist dicht, die Schlingpflanzen, Lianen sind häufig. Die Trüfelspitzen sind kennzeichnend. Der untere Horizont besteht im wesentlichen aus Farnen. Weitere Einzelheiten (Moosteppich) usw. sind paläobotanisch nicht festzustellen.

Die *Nipa*-Palme weist auf einen Mangrovenwald im seichten Salzwasser eines Flachstrandes hin.

Die Tatsache, dass es in der Flora neben den Palmen auch Fichten gibt, steht mit unserer Deutung nicht in Widerspruch. Letztere waren nämlich Anfang des Tertiärs ökologisch weiter als heute verbreitet. Überdies ist in tropischen Bergwäldern heute noch eine intensive Mischung von Pflanzen abweichender Klimaansprüche festzustellen.

Betula hooleyia und *Maoutia* sind die typischen Laubbäume und Sträucher, wie sie unter ähnlichen rezenten Umständen 400 bis 700 m über Meereshöhe vorherrschen. Ihr Vorkommen in bedeutender Zahl mag auf die starke vertikale Gliederung des Terrains hinweisen. Etwas weiter hinter den Küsten, in etlichen 100 m Höhe zeigt die Pflanzenbedeckung an den Bergen einen Übergang in den Typ *Laurilignosa* = Lorbeerwälder.

Selbstverständlich ist eine quantitative cönologische Bewertung unmöglich. Stratigraphisch deutet die Flora nach der Wertung von K. Rásky das Obereozän an. Das stimmt mit unseren geologischen, und später zu beschreibenden paläontologischen Befunden gut überein.

Eine ökogenetische Sukzession war nur in der sumpfigen Entwicklung im kohlenproduktiven Mitteleozän zu beobachten (die genannte alternierende pflanzliche Zusammensetzung der sechs Flöze zu Tatabánya). Die Beschreibung dieser Sequenz übertritt die Grenzen unseres Gegenstandes.

Zur Untersuchung der klimatischen Sukzession müssen wir auch die Floren des Unter- und Mitteloligozäns in Betracht ziehen.

4/a Aus der unteroligozänen sog. Hárshgyer Sandsteinreihe sind bloss einige Blätter von *Quercus* (Eiche) und *Cinnamomum* (Zimt) bekannt. Es kamen aus dem sog. Tarder foraminiferenfreien Tonmergel nebst einem quadrimeren Kelchblatt (*Abelia*? Reihe **Rubiales**) die Überreste der *Engelhardtia brongniarti* zum Vorschein.

4/b Aus dem Szépvölgy (Schöntal) bei Óbuda ist aus dem unmittelbar dem Budaer-Mergel überlagerten Lattorfer Tegel eine üppige Flora durch K. R á s k y beschrieben worden. Man kann über die relative Häufigkeit der einzelnen Arten nichts aussagen, da die Zahl der einzelnen Exemplare der vorgefundenen Arten sehr klein (1 bis 10) ist.

Pteridophyta = Stamm der farnartigen Pflanzen; **Sphenopsida** = Klasse der Keilfarne; Ungewisse Rhizomenknollen von *Equisetum*; **Pteropsida** = Klasse der Farne; **Filicales** = Reihe der Farngewächse.

Nach A n d r e á n s z k y: *Polypodiaceae*: *Osmunda legányii*, *Adiantites* sp., *Phegopteris decussata*, *Rhipidopteris palaeopeltata*.

Gymnospermae = Stamm der Nacktsamer; **Coniferae** = Klasse der Nadelbäume; *Abietaceae*: *Pinites*? zwei Zapfen; *Pinus palaeostrobis*, Zapfen; *Taxodiaceae*: *Taxodium distichum*; *Sequoia sternbergi*, Zweigstücke.

Der aus diesen Schichten beschriebene fossile Harz, der sog. Kiscellit, kann als Produkt bisher näher nicht bestimmbarer Koniferen betrachtet werden.

Angiospermae = Stamm der Bedecktsamer; Klasse **Dicotyledoneae**; Reihe **Magnoliales**; *Lauraceae* = Familie der Lorbeerbäume: *Laurus primigenia*, *Laurus princeps*, *Laurus hungarica*, *Cinnamomum scheuchzeri* (Zimtbaum), *Persea speciosa*.

Reihe **Leguminosae**; *Mimosaceae*: *Acacia philippi* (die Akazien gehören zu den vorherrschenden Bäumen der sog. Monsunwälder); *Papilionaceae*: *Dalbergia bella*; *Caesalpinaceae*: *Cercis harmati*, *Cassiophyllum berenices*.

Reihe **Terebinthales**; *Anacardiaceae*: *Cotinus* sp. (Heute ein mediterraner Strauch, der zusammen mit *Quercus pubescens* Karstbuschwälder bildet).

Reihe **Rhamnales**; *Rhamnaceae*: *Rhamnus decheni*;

Reihe **Ericales**; cf. *Andromeda* sp. (ihre Anwesenheit in der unteroligozänen Flora ist unwahrscheinlich, da sie ein kalkophober, hochgebirgischer Zwergstrauch mit geringem Wärmeanspruch ist).

Reihe **Urticales**; *Ulmaceae* = ulmenartige Bäume; *Ulmus* sp., Ulme; *Zelkova ungeri*;

Moraceae: *Ficus kräuseli* (eine Feigenart). Reihe **Fagales**; Familie *Fagaceae*: *Quercus furcinervis*, *Quercus neriifolia*, *Quercus göpperti*.

Betulaceae: *Betula* sp.

Reihe **Juglandales**; *Pterocarya denticulata*.

Reihe **Myricales**; *Myricaceae*: *Myrica lignitum*.

Reihe **Salicales** = Verwandtschaft der Weidenbäume. *Salicaceae*: *Salix elongata*.

Monocotyledones; Reihe **Spadiciflorae**; *Palmae* = Familie der Palmen; *Attaleinities apiculata*.

5. Aus den höheren Schichten des Csillaghegyer Steinbruches der Óbudaer Ziegelwerke, aus bestimmt mitteloligozänen (rupelischen) Tegelschichten ist durch K. R á s k y folgende Flora beschrieben worden :

Pteridophyta = Stamm der farnartigen Pflanzen. **Sphenopsida** = Klasse der Keilfarne ; Reihe **Equisetales** : *Equisetum lombardianum*.

Gymnospermae = Stamm der Nacktsamer ; **Coniferae** = Klasse der Nadelbäume ; *Abietaceae* : *Pinus* sp. *Taxodiaceae* : *Sequoia sternbergi* ; *Araucariaceae* : *Araucaria hungarica*.

Angiospermae = Stamm der Bedecktsamer ; **Dicotyledones** ; Reihe **Magnoliales** ; *Lauraceae* : *Cinnamomum scheuchzeri*.

Reihe **Leguminosae** : unbestimmte Blattreste, sowie die Fam. *Caesalpiniaceae* : *Cercis parvifolia*, *Cercis hungarica*, *Cercis spokanensis*.

Reihe **Fagales** ; *Fagaceae* : *Quercus cupula* (?), *Quercus drymeia*.

Reihe **Myricales** ; *Myricaceae* : *Myrica* cfr. *lignitum*.

Von systematisch unbestimmter Lage ist der Blütenrest *Porana* sp. (vielleicht *Abelia* ?).

Monocotyledones ; Reihe **Graminales** = Gräser ; *Arundo* sp. (oder *Bambusium* sp. ?)

Reihe **Spadiciflorae** ; *Palmae* : *Sabal haeringiana*, eine Pflanze der Savannen und Galeriewälder.

In Vergleich mit den obereozänen Floren ist in diejenigen des Unter- und Mitteloligozäns das Vordringen der Gattungen *Laurus*, *Cinnamomum*, *Cercis*, sowie das Auftreten von *Ficus*, *Acacia*, *Ulmus*, *Salix* auffallend. Wenn man bedenkt, dass hier von einer allochthonen, in die marinen Schichten eingeschwemmten Flora die Rede ist, so kann man die gleichzeitige Einbettung zweier verschiedenen Pflanzenvergesellschaftungen, nämlich der *Laurilignosa* (Lorbeerwälder) und der *Hiemilignosa* (Monsunwälder) erkennen.

Nach der Wertung von R á s k y ist der subtropisch-mediterrane Charakter ausgeprägt, mit wenig temperierten und etwas mehr tropischen Elementen. Die Verhältnisse dürften denen der heutigen Monsungebiete Mittel- und Südasiens sowie der südöstlichen Sumpfbiete (Swamps) der Vereinigten Staaten ähnlich gewesen sein. Zur Unterscheidung kleinerer ökologischer Einheiten sind die Angaben unzulänglich.

Demnach beweist die Pflanzenwelt, dass das Klima im Oligozän etwas kühler wurde, vom tropischen ins subtropische wechselte und durch weniger gleichmässige Niederschlagsverteilung gekennzeichnet wurde. So gingen die obereozänen *Pluvilignosa*—*Laurilignosa* in das Ensemble *Laurilignosa*—*Hiemilignosa* über.

Während wir oben die der photosynthetischen Herstellung organischer Stoffe fähigen Grünpflanzen beschrieben haben, werden wir nun die Tiere, die Verbraucher solcher Stoffe betrachten.

Die Angaben über die *Tierwelt* des Festlandes sind recht lückenhaft. Es kamen insgesamt 3 *Perissodactylen*- (Nashorn-) Reste zum Vorschein :

Hypsolophiodon csobánkanus (aus obereozänem Konglomerat), *Eggysodon* sp. ind. und *Ronzotherium velaunum*, letzteres aus oligozänem Tegel. Der *Ronzotherium*-Rest befand sich im sog. Tarder Komplex, das keine marinen Fossilien führt. Sein Alter ist nach M. K r e t z o i der Lattorfer Stufe entsprechend. Über weitere festländische Tiere haben wir keine Angaben.

Paläogeographisch kann eine gewisse *Sequenz der Landschaften* um die Küste festgestellt werden:

1. die mitteleozänen Karstsümpfe,
2. die obereozänen tropischen Karstwälder,
3. die unteroligozäne Landschaft von grosser Reliefenergie, gekennzeichnet durch intensive fluviale Erosion.

Es ist klar ersichtlich, dass bei der paläogeographischen Rekonstruktion der einzelnen Umgebungen nur die wichtigsten landschaftgestaltenden Kräfte (Geofaktoren) hervortreten, nämlich bei der ersten die *petrographisch-hydrologisch-biologischen*, bei der zweiten die *geomorphologisch-klimatisch-biologischen*, bei der dritten die *tektonisch-geomorphologisch-hydrologischen Verhältnisse*.

Die obereozäne Transgression besass eine verebnende, „reliefzerstörende“ Wirkung, während die Emersion zu Ende des Eozäns als ein „reliefbildender,“ gliedernder Prozess erscheint.

IV. Sedimentologische und paläobiologische Verhältnisse in der See

A) Die Lithofazies

Eigentlich stellt jede Schicht eine Lithofazies für sich dar, da sie in irgendeiner Hinsicht von der liegenden und hangenden Schicht abweicht. Der besseren Übersicht halber gehen wir jedoch auf solche Einzelheiten nicht ein, und haben in unseren Profilen gewisse Verallgemeinerungen getroffen.

Innerhalb der untersuchten Periode gehört unser Gebiet durchwegs zu der Entwicklungsgruppe des offenen kontinentalen Schelfes nach Nalivkin. Wir dürfen nach der Küstennähe, der starken Gliederung der Küste und dem niederschlagsreichen Klima eine starke Zufuhr von detritalem Material erwarten. Diese mögen sein

- a) die lokalen, abrasiven Trümmer der Steilküsten,
- b) fluvial gerolltes und geschwemmtes Geschiebe,
- c) äolisches Material.

Diese können in unserem Gebiet auch in der Tat unterschieden werden.

a) Die Brandung des steigenden obereozänen Meeres hat an den Steilküsten Hornsteinbrekzien und Dolomitzkonglomerate aus stark bewegtem, bearbeitetem Material zustandegebracht. Der tiefer als die Brandungszone geratene Kalk- und Dolomiddetritus ist zu Brekzien zementiert worden. Deren charakteristische Eigenschaft ist der unmittelbare Übergang in feinkörnige Mergel- oder Kalkfazies.

b) Die fluvial gerollten Kiesel sind in den groben detritischen Ablagerungen des Obereozäns untergeordnet (meistens Andesitgerölle aus grosser Entfernung). Die Sandfraktion ist fast vollkommen abwesend, vermutlich wegen der auswaschenden Wirkung der Brandung. Ausnahmsweise kommen auch Sandsteinflecke kleinerer Verbreitung vor (Budaörs).

Der grösste Teil des mitteloigozänen sog. Hárshegy Sandsteines geriet durch fluvialen Transport in seine heutige Lage, obwohl gewisse Schichten lokales Material führen und Brandungserscheinungen aufweisen. Das Komplex ist daher genetisch uneinheitlich. Bei einem Teil des fluvialen Detritus

müssen wir auch die weitertreibende, umsortierende Wirkung der Brandung und Strömungen voraussetzen. Die Klärung der Lage sowie der zeitlichen Verschiebung der Küste in der Periode des Hárshegyer Sandsteines würde gerade durch die konsequente Verfolgung und Unterscheidung der fluvialen — marin umgearbeiteten — rein marin-abrasiven Schichten ermöglicht werden.

Die Korngrösse schwankt zwischen breiten Schranken vom Grobschotter bis zum Ton.

Die Zusammensetzung und Abstammung des terrigenen Detritus ist binnen der ganzen untersuchten Periode ziemlich einheitlich. Nach den Untersuchungen von F. Kaszánitzky kommen, von spärlichen Andesitkieseln abgesehen, im Gesteinsmaterial des groben Detritus Bruchstücke von Triashornstein, plutonischem und Gangquarz, und verschiedentlichen ortho- und parametamorphen Quarziten vor. Wir haben anhand der Untersuchungen der Feinfraktion (0,25 mm) gefunden, dass diese vom Nummulitenkalk bis zum rupelischen Tegel, abgesehen von kleineren Abweichungen, einheitlich von einem plutonisch-magmatischen bzw. epi-mesometamorphen Abtragungsgebiet hergeleitet werden kann. Weiterhin kommen noch die Minerale des Amphibolandesits vor. Das wichtigste Abtragungsgebiet dürfte die Umgebung des heutigen Velencei-tó (Velenceer-Sees) gewesen sein. Im Eozän-Oligozän dürfte diese kristalline Zone weiter als heute nach ONO gereicht haben. Wir haben jedoch keine unmittelbare Belege dafür, dass dieses Komplex südlich oder südwestlich von unserem Gebiet am Tag gelegen wäre.

Im Unteroligozän konnte anhand der Gestaltung paläogeographischer Verhältnisse eine Zufuhr von Detritus auch aus dem Norden, aus der Richtung des heutigen Vepor-Gebirges vor sich gegangen sein.

c) Durch äolischen Transport gelangten in unser Gebiet die Aschen (Anemopyroklastite) des obereozänen Andesitvulkanismus. Die Ausbrüche haben sich mehrfach wiederholt. Die Tuffe der vorobereozänen Ausbrüche fielen auf verkarstetes Terrain. Auf dem Ferenc-halom (Franz-Hügel) füllt der Tuff die Karstklüfte von Dolomit aus. Innerhalb des Obereozäns haben die Aschen der Ausbrüche, grösstenteils ins Meereswasser gefallen und mit kalkigem Sediment vermengt, zur Entstehung von Tuffitschichten geführt. Solche kommen bei Solymár und am Martinovics-hegy (Berg) bei Budapest in Orthophragminen-Nummulitenkalk vor, sie liegen bei Budaörs zwischen Konglomeratschichten, auf dem Mátyás-hegy (Matthias-Berg) und Apáti-szikla (Felsen) im Bryozoenmergel, endlich bei dem Statistischen Amt im Budaer-Mergel.

Die Ausbrüche setzten sich noch im Oligozän fort, es kommen Tuffbänder auch im Tegelkomplex vor.

Die Tuffbildung ist auch in Hinsicht auf die stoffliche Zusammensetzung uneinheitlich. Der in manchen Fundorten vorgefundene Quarz hat sich zwar als allotigen erwiesen, sodass wir durchwegs mit Andesittuffen zu tun haben, jedoch unterscheiden Székely-Fux und Barabás

1. Amphibolandesittuffe (Nagykovácsi, Budakeszi, Budaörs),
2. Biotitandesittuffe (Budakalász, Mátyás-hegy (Berg); nach den Untersuchungen des Verfassers auch bei Budaörs).

Die ersteren können vom obereozänen Vulkanismus des Velenceer-Gebirges, die letzteren von dem des Mátra- und Börzsöny-Gebirges abgeleitet werden.

Das nichtpyroklastische feine Trümmermaterial zeigt laut der Korngrößenverteilung nicht äolische, sondern fluviale Eigenschaften.

Neben dem terrestrischen Detritus nahmen in der Bildung der untersuchten Gesteinstypen auch Stoffe chemischer und organischer Abstammung teil. Entsprechend dem Aufbau der Küste aus karbonatischem Triasgestein enthalten die Sedimente sowohl des Flachstrandes als auch der Steilküste viel CaCO_3 , ja manchmal auch verhältnismässig viel MgCO_3 . Das Karbonatgehalt nimmt allmählich ab von den durchschnittlichen 90% der Nummuliten-Orthophragminen-Kalkfazies bis zu den durchschnittlichen 40–50% des rupelischen Tegels.

Da der karbonatische Aufbau der Umgebung beständig war und die Wassertemperatur nicht wesentlich abnehmen durfte, jedoch in zeitlich gleichlangen Perioden immer mächtigere und mächtigere Schichtreihen entstanden sind, müssen wir annehmen, dass anstatt einer abnehmenden Intensität der Fällung von CaCO_3 eine zunehmende Förderung terrigener Stoffe vor uns steht. Das war der Umstand, der zum Zunehmen des Tongehaltes der Sedimente an der Wende Eozän-Oligozän führte. Das ist in gutem Einklang mit der geomorphologischen Inversion, die die beschleunigte Produktion von terrigenem Detritus herbeiführte.

Die ausgesprochen biolithartigen Gesteine des Obereozäns wurden nach und nach durch Sedimente ersetzt, in deren Bildung die Lebewelt eine geringere Rolle spielte.

Obwohl in der Fauna auch kolonienbildende Koralle vorkommen, gibt es unter den Gesteinfazies keine ausgesprochenen organischen „Riffbildungen“ (Bioherme).

Zuerst verliert die gesteinsbildende Tätigkeit der grossen Foraminiferen (*Nummulites*, *Orthophragmina*) an Bedeutung, dann die der Rotalgen (*Lithothamnium*), und endlich die der Bryozoen. Dagegen werden die kleinen Foraminiferen immer bedeutender.

Im Obereozän wird der Flachstrand durch folgende Anordnung der Lithofazies gekennzeichnet:

1. Litoraler Sand und Schlick, mit dem massenhaften Auftreten von grossen Foraminiferen. Nach der Verfestigung: Nummuliten-Orthophragminenkalk (Biocalcarenit).

2. Schlick mit kleinen Kieseln und Kalksandkörnern. Nach der Verfestigung: mergeliger Kalk.

3. Feiner lehmiger Kalkschlamm von einheitlicher Kornverteilung. Nach der Verfestigung: Kalkmergel.

Die Fazies an der obereozänen Steilküste sind:

1. Die Brandungszone mit stark abgerolltem Grobschotter. Nach der Verfestigung — in Abhängigkeit vom verarbeiteten Material — Konglomerat aus lokalen Stoffen oder Hornsteinbrekzie.

2. Weniger stark abgerollter, kantiger Abrasionsdetritus unterhalb der Brandungszone. Mit schlickigem Bindemittel. Nach der Verfestigung: Brekzie mit mergeligem Bindemittel, Brekzie mit Hornsteinsplittern.

3. Kalksand und Schlamm mit unebenen Schichtflächen, verhältnismässig vielen terrigenen Mineralkörnern, Bruchstücken kalkiger Fossilien, evtl. mit Hornsteinsplittern. Nach der Verfestigung: ineinander verzahnte, linsenartig gelagerte Mergel und Kalke.

4. Feiner Kalkschlamm von einheitlicher Kornverteilung. Ging infolge der Auspressung des Wassers durch hydrostatische Belastung schnell in festen Kalk oder Mergel über. Kann infolge lokaler Schollenhebungen die Form untermeerischer Bänke annehmen, die durch den Seegang z. T. zertrümmert werden. So kann ein intraformationaler Psephit oder Rudit, eine autigenetische Brekzie entstehen. Diese enthält immer viel mehr Fossilien, obwohl in zertrümmertem Zustand, als der grobe Detritus in der Brandungszone.

Ende des Obereozäns wird die marine Transgression vollständig, die Budaer Einbuchtung vertieft sich, die Sedimentierungsverhältnisse werden gleichmässiger. Die steilen Küstenstreifen werden verebnet (abrasive Peneplanation). Es geht eine gleichmässige Kalkschlamm-Bildung vor sich, mit lokalen kalkigen oder sandigen Linsen. Die Verfestigung führte zu der Entstehung der sog. Budaer Mergelschichten.

Das untere Oligozän brachte durch die Emersion des nordwestlichen Teilgebietes abwechslungsreiche Faziesverhältnisse mit.

Das neu emporgehobene, mit Sedimentfüllung verebnete Terrain war der Entstehung eines Flachstrandes günstig. Die normale Anordnung der Fazies am Flachstrand ist jedoch durch die intensive Zufuhr von Detritus und durch die Änderungen dieser Zufuhr stark gestört worden.

Dementsprechend wurden in der litoralen Zone fluviale Schotter und Sand abgelagert und es kam auch zu der Entstehung von Tonen. Mehr wasserwärts entstanden sandig-kalkige Tone, noch weiter fluvial verfrachtetes, marin angehäuften Grobdetritus. Diese ganze, in ihrem Lithofazies so mannigfaltige Entwicklung wird mit dem Namen Hárshegyér Sandstein bezeichnet. Diese Faziessequenz liess nur ganz feines Material in die Richtung des offenen Meeres durch, sodass in der weiter aussen folgenden Zone feine schlickig-tonige Sedimente zustandekamen. Diese enthalten auffallend viel Pyrit, was eine mit Schwefelhydrogen gesättigte Umgebung und rapide Sedimentation andeutet. Das ist die sog. Tarder Fazies.

Mit der Vervollkommenheit der intraoligozänen Denudation kommt es zu einer erneuerten Senkung des nordwestlichen Gebietes. Infolge der Abnahme an Reliefenergie hört die Bildung des groben litoralen Hárshegyér Sandsteines auf. Im Seichtmeer wechseln sich, dem Strömungsbild entsprechend, in unregelmässiger Verbreitung schlickig-tonige bzw. sandige Entwicklungen ab. Das ist für das rupelische Tonkomplex kennzeichnend: gröbere Trümmer (Gerölle von geschiefertem Ton) kommen darin nur ausnahmsweise vor.

Im Unteroligozän konnte eine Steilküste nur durch lokale Schollenbewegungen entstehen. Stellenweise finden wir im Hárshegyér Sandsteinkomplex ein regelmässiges Abrasionskonglomerat oder Brekzie aus lokalem Material, mit Spuren von Bohrmuscheln. Dem offenen Meere zu folgen hier die Fazies genau so wie beim Flachstrand aufeinander.

Als fremde Elemente in der Obereozän-Unteroligozän-Serie treten Glaukonitkörnchen auf. Diese können nicht als an Ort und Stelle entstanden betrachtet werden. Teils sind sie sehr selten, teils entsprechen die Umstände der uns bekannten Voraussetzungen der Glaukonitbildung (langsame Ablagerung, intensive Strömungen, verhältnismässig grössere Tiefe um 200 m, an der Grenze von Schelf und kontinentalem Abhang) nicht. Das Glaukonit kann am einfachsten aus dem Nordwesten, aus der Glaukonitfazies des Esztergomer-Beckens hergeleitet werden. Es ist kennzeichnend, dass zu Beginn des Ober-

eoziän, wo wir anhand der benthonischen Fauna eine untermeerische Schwelle zwischen unserem Gebiet und dem Esztergomer-Becken voraussetzen, keine Glaukonitkörner unter den Mineralen vorkommen. Zu Ende des Obereozäns treten sie im Budaer-Mergel schon auf. Sie kommen in grösserer Zahl im oligozänen Tegel vor, diesem konnten sie jedoch auch durch Erosionsvorgänge zugeführt worden sein.

B) Die Biofazies

Während wir die Lithofazies anhand der Sedimentierungsverhältnisse der heutigen Schelfbildungen zu deuten trachteten, wünschen wir bei der Behandlung der Biofazies die Ergebnisse der die rezente marine Lebewelt erforschenden biologischen Wissenschaft auf unser Fossilienmaterial anzuwenden. Die Zeitspanne der Entstehung der untersuchten Schichtreihe ist zu klein, biostratigraphisch zu eng, um phylogenetische Gedankengänge zu gewährleisten. Sie ist jedoch lang genug, um ein behutsames Vordringen ins Gebiet der paläontologischen Zönologie und Ethologie (Ökologie) im Sinne von Dollo zu erlauben. Wir wünschen damit die Rahmen der bisherigen deskriptiv-systematischen, höchstens auf einige vereinzelter ökologischer Bemerkungen beschränkten Mitteilungen zu durchbrechen.

Im Vorangehenden berühren wir kurz die Verhältnisse im Mitteleozän. Wir werden die Lebewelt der in unserem Gebiet unterscheidbaren drei Horizonte des obereozänen Priabons und auch die Biofazies des Lattorfs eingehender behandeln. Zum Schluss werden wir noch die Umstände im Mittel-oligozän kurz beschreiben.

Wir werden binnen jeder einzelnen Periode die Behandlung nicht nach der systematischen Reihenfolge der Lebewesen, sondern der chorologischen Gliederung der marinen Lebewelt entsprechend durchführen. Nach der ökologischen Zoogeographie ist diese wie folgt:

Biozyklus: Lebekreis: das Meer. Seine Lebewelt ist der Halobios.

Biochor: Seichtmeer: Neritikum (Schelf).

Biosynoekien: Gesamtheiten von Biotopen innerhalb des Seichtmeeres.

1. *Fazial:* die Wasseroberfläche. Ihre Lebewelt ist das Nekton. Enthält Wesen, die keine zur Fossilierung geeigneten starren Skeletteile haben.

2. *Pelagial:* das offene Wasser. Das ist ein „zweiphasiges“ System (Ökosystem):

a) das Medium,

b) die Biomasse; diese besteht aus zwei Teilen. Die Gesamtheit der aktiven, frei beweglichen Formen, das Nekton, die der passiven schwebenden Lebewesen, das Plankton.

3. *Benthal:* der Meeresboden. Das ist ein „dreiphasiges“ System:

a) das Medium,

b) die Unterlage (Substratum),

c) die Biomasse. Diese zerfällt auch in zwei Teile, in ein aktives, frei bewegliches, vagiles und in ein passives, ortsgebundenes sessiles Benthos. Die Larven vieler sessiler Arten sind schwimmbähig und weisen eine gewisse „Substratselektivität“ auf, nach den Gesichtspunkten der mineralogischen und petrographischen Natur des Substrats sowie nach seinem Gehalt an organischen Stoffen.

Das Benthal lässt sich in weitere Teile, sog. Biotope dritter Ordnung (*tertiäre Biotope*) gliedern.

Von diesen ist die sog. *supralitorale Region* (die durch aufspritzen- den periodisch benetzte Zone) geologisch nicht zu verfolgen.

Die *litorale Region* reicht bis zu 40 m Tiefe. Einige Verfasser unterscheiden darin die nur periodisch überflutete Zone zwischen Flut- und Ebbepegel. Deren geologischer Nachweis stösst gleichfalls auf grosse Schwierigkeiten, so dass wir diese des weiteren nicht unterscheiden wollen.

In die *sublitorale Region* gehören alle Teile des Schelfes unter der litoralen Region.

Die weitere Einteilung dieser beiden Zonen kann anhand der zonalen Anordnung der belichtungsabhängigen Algenvegetation erfolgen. Unmittelbar unter der Oberfläche (0–20 m) befinden sich die Grünalgen (*Chlorophyta*), etwas tiefer (20–50 m) die Braunalgen (*Phaeophyta*), und am tiefsten (50–120 m) die Rotalgen (*Rhodophyta*). Die Zone der letzteren wird nach der häufigsten Familie oft auch Corallinenzone genannt. Die Üppigkeit und Zusammensetzung der Algenvegetation übt einen wichtigen Einfluss auf die Tierwelt aus.

Die litoralen und sublitoralen Regionen werden nach anderweitigen Gesichtspunkten in *sekundäre Biotope* eingeteilt, nämlich nach der Natur des Substrats. Es werden felsige, grobschottrige, sandige und kalkschlammige Biotope zweiter Ordnung unterschieden. Deren Lebewelt ist eine heterotypische Assoziation, eine Vergesellschaftung verschiedener Arten.

Man kann bei der Untersuchung der rezenten Lebewelt auch noch kleinere Einheiten, *primäre Biotope* unterscheiden, und die Einteilung kann sogar noch weiter verfeinert werden. Es liegt an der Natur der Sache, dass derartige Unterteilungen in den Obereozän- und Unteroligozän-Bildungen unseres Gebietes kaum mehr möglich sind. Die Behandlung derartiger Einzelheiten, die in Zusammenhang mit den einzelnen Profilen beobachtet werden konnten, kann in diesem zusammenfassenden Rahmen nicht unser Ziel sein.

Wir werden bei der Rekonstruktion der Lebewelt vor Augen behalten, dass die aus einer gewissen Lithofazies herstammende Fossiliengesellschaft (Taphozönose) nicht einheitlich ist: unter den benthonischen Wesen mögen planktonische und nektonische geraten sein. Die zusammen verstorbenen Wesen (d. h. die Glieder der Thanatozönose) gehören auch nicht zwangsläufig zu der heterotypischen Assoziation eines und desselben sekundären Biotops. So kann bei starkem Aschenregen das gemeinsame, massenhafte Aussterben planktonischer und benthonischer Wesen erfolgen.

Wir wollen die tatsächlich in eine und dieselbe Assoziation gehörenden Fossilien in eine Paläozönose oder Biofazies zusammenfassen. Wir sind dessen bewusst, dass diese erstens einen breiteren Rahmen ergibt als die ehemalige eigentliche Biozönose, da sie die Überreste mehrerer primärer Biotope enthält; zweitens ist sie der eigentlichen Biozönose gegenüber lückenhaft, da deren zahlreiche Mitglieder, sogar ganze Gruppen von Lebewesen, nicht fossilisiert wurden. Folglich können die ursprünglichen Biozönosen nicht einmal im Prinzip vollständig rekonstruiert werden. Die Ungewissheit ist besonders gross bei der Bestimmung der zahlenmässigen Verhältnisse der einzelnen Arten. Wir haben deshalb nur die Vorherrschaft, untergeordnetes bzw. seltenes Auftreten der einen oder anderen Tiergruppe, womöglich noch Gattung

oder Art in der besprochenen Biofazies anzugeben versucht (charakteristische, endemische und Reliktarten).

Die produktionsbiologischen Verhältnisse können nur in den größten Zügen rekonstruiert werden. In der Nährstoffkette des Meeres wird die Rolle der Produzenten organischer Stoffe von den photosynthetisierenden pflanzlichen Organismen gespielt. In unserem Falle ist uns ein Teil der benthonischen Rotalgen auch in fossiler Erhaltung bekannt. Über die Anwesenheit von Braun- und Grünalgen, sowie des für die Ernährung der marinen Tierwelt so wichtigen Phytoplanktons sind wir auf Vermutungen angewiesen. Das vom Festland eingewehte pflanzliche Material mag auch als Nährstoff gedient haben, in erster Reihe den saprophagen Tieren. Die Verbraucher sind auch hier die verschiedenen karnivoren, herbivoren, saprophagen Tiere. Wie am Festland, gehören die Abbauer organischer Stoffe auch im Meere in die Gruppe der Bakterien, die zur Fossilisierung ungeeignet sind.

I. Das Meer des Mitteleozäns (lutetische Stufe) drang bis ins NO unseres Gebietes, nach Nagykovácsi—Pilisvörösvár vor. Die wiederholte Schwankung der Küstenlinie führte zu mehrfacher Repetition der Fazies in der Schichtenfolge.

Wir unterscheiden im unteren Lutet

1. ein Basalkonglomerat,
2. eine Lumachelle mit *Ostrea supranummulitica*,
3. einen Miliolinen-Alveolinen-Orbitolithenkalk. Im letzteren sind die Muschelgattungen *Phacoides* und *Modiolus* häufig. Entsprechend den optimalen Lebensbedingungen der Miliolinen und Alveolinen setzen wir die Entstehung dieser Bildung in die Tiefzone 20—60 m.
4. Tegel mit Nummuliten und Mollusken, mit den Resten von *Calianassa*-Krebsen. Die Bildungstiefe mag 60—80 m betragen haben.

Im oberen Lutet wechseln sich limnische und brackische, kohlenproduktive Schichtreihen mit marinen ab. Die marine Sedimentierung ist sandig-kalkiger Natur, mit dem sog. Molluskenmergel als Hauptentwicklung. Die häufigsten Mollusken sind *Brachyodontes corrugatus*, *Globularia incompleta*, *Diastoma roncanum*, *Tympanotonos diaboli*, *Potamides fuchsi* und *Pyrgulifera sp.*, eine Reliktform aus dem Untereozän. Von den Hydrozoen sind die vielen *Millepora sp.* kennzeichnend. Von den Krebsen sind zahlreiche *Ostracoden* aus diesen Schichten beschrieben worden. Eine Merkwürdigkeit ist die einzige Zirripedie, *Protobalanus hantkeni*.

In der Entwicklung bei Nagykovácsi kommen auch Bryozoen vor. Dominiert ist *Steginoporella sp.*, daneben kommen noch vor *Cupularia sp.*, *Spiropora sp.*, *Crisia sp.* Diese Entwicklung kann in die litorale Region gesetzt werden.

II. Obereozän. Unteres Glied der Priabonstufe, („Horizont des Nummuliten-Orthophragminen-Lithothamnienkalkes”).

Pelagial.

Das Nekton wird hauptsächlich durch die Zahnreste von ganoiden Fischen in ziemlich grosser Zahl vertreten.

Die Vorherrschaft steht den Haifischarten zu: *Carcharodon angustidens*, *Carcharodon megalodon*, *Carcharodon heterodon*, *Lamna elegans*, *Lamna gracilis*, *Lamna cuspidata*, *Lamna contortidens*, *Notidanus primigenius*.

Weiterhin kommen vor *Psammodus laevis*, (!!) *Nummopolatus* sp. Die Anwesenheit dieser Raubfische lässt auf die hiesige Existenz anderer, nicht karnivorer Fische schliessen.

Das Plankton — soweit es aus den Kalkdünnschliffen festzustellen war — bestand nebst spärlichen Valvatellen (Pteropodenschnecken) aus einer Zahl von Globigerinen.

Diese litorale Ablagerung enthält die nekroplanktonisch verfrachteten Gehäuse von mehreren Nautilusarten: *Nautilus ellipticus*, *Nautilus regalis*, *Nautilus lingulatus*, *Nautilus zigzag*, *Aturia* cfr. *crookana*. Diese kommen auch in den hangenden Schichten vor.

Benthal.

Litorale Region

1. Wir betrachten als charakteristische Entwicklung die auf einer Konglomeratbasis fussenden Ostreenbänke. Am Martinovics-hegy (Berg) kommt nebst *O. roncana* und *martini* auch *O. gigantea* vor. Aus Csobánka und Páty ist nur das massenhafte Auftreten von *O. cymbula* bekannt. In dieser Entwicklung sind auch die Bohrmuscheln (*Teredo tournali*, *Lithophaga zignoï*) und Schalenschnecken (*Patella haueri*) kennzeichnend. Auf dem Apáti-szikla (-Felsen) sind Bohrmuschelgänge mit Brekzienmaterial ausgefüllt (Felsküste).

2. „Kalksand-Flachstrand“ mit grossen Foraminiferen: *Nummulites fabianii*, *Nummulites incrassatus*, *Orthophragmina ephippium*, *Orthophragmina pratti*, *Orthophragmina papyracea*.

Die Lithothamnien sind in dieser Entwicklung spärlich und es kommen nur einige dünnchalige Muschelarten vor. Am häufigsten ist noch *Lucina priabonensis*. Unter den kleineren Foraminiferen findet man in grosser Zahl *Heterostegina carpathica*, *Bulimina hantkeni*, *Operculina ammona*.

3. Sandsteinfazies mit Kalkbindemittel, Vorherrschaft der Seeigel. Nur örtlich (Solymár). Dominante Arten sind *Echinanthus scutella*, *Echinolampas similis*, *Echinolampas subsimilis*.

4. Kalkschlammiges, schnell verfestigtes Substrat, reich an Korallen und Decapodenkrebsen, mit verhältnismässig weniger Seeigeln und Muscheln. Das typische Vorkommen liegt am Martinovics-hegy (Berg), kommt aber auch im Zugliget, am Mátyás-hegy (Berg) und bei Páty vor.

5. Kalkschlammiges Substrat, mit vielen Foraminiferen, (hauptsächlich *Orthophragmina*-arten), vielen Seeigeln, Muscheln, Schnecken, verhältnismässig wenig Krebsen. Die Korallen sind ganz untergeordnet. Die Zahl der Lithothamnien ist schwankend. Kommt nebst dem Martinovics-hegy (Berg) auch bei Páty und Csobánka vor. Die Schneckenfauna von Páty ist auffallend reich. Dagegen haben sich bei Csobánka Asteridentäfelchen gefunden.

In den Dünnschliffen der Kalke der Entwicklungen 4 und 5 fanden wir eine grosse Zahl der Bryozoe *Crisia* sp. Diese leben an Braunalgen haftend. Darum reihen wir diese beiden Entwicklungen in die Braunalgen-Laminarien-Zone der litoralen Region ein; wir betrachten No. 4. als oberflächennahe Fazies infolge des reichen Vorkommens von kolonienbildenden Korallen, Tieren von grossem Anspruch auf Licht, die mit Zooxanthellen in Symbiose leben.

Leider wurde die reiche Korallen-, Mollusken-, Krebs- und Seeigelfauna der Entwicklungen 4 und 5 zusammen verarbeitet, so dass wir die Formen der

beiden Biofazies artenweise nicht separieren können. Deshalb führen wir nur die wichtigsten Arten der zusammenfassenden Faunenliste an. Über die Häufigkeitsverteilung der beschriebenen 8 Hexakorallenarten besitzen wir keine Angaben. Als einzige Oktokoralle kommt in der Fauna *Isis brevis* vor. Von den Muscheln (16 Arten) sind *Amussium corneum*, *Spondylus buchi* und *Gryphaea brongniarti* am häufigsten. Unter den 20 Schneckenarten herrschen *Pleurotomaria bianconi* und *Ampullina perusta* vor. Häufig ist überdies *Tubulostium spirulaeum*. Unter den 34 Arten der durch L ö r e n t h e y und B e u r l e n monographisch bearbeiteten Decapodenarten sind die 5 Arten der Gattung *Calianassa* am häufigsten, sowie *Ranina reussi*, *R. bittneri*, weiterhin *Micromia tuberculata* und *Palaeocarpilius macrocheilus*.

Sublitorale Region

6. Kalkschlammige, durch üppige Lithothamnienvegetation charakterisierte Entwicklung. Muscheln, Schnecken, und Seeigel wie zuvor, mit vielen benthonischen Foraminiferen. Die Korallen sind sehr selten, dagegen treten Bryozoen auf: *Onychocella angulosa*, *Steginoporella haidingeri*, *Cellepora* sp., *Cumulipora* sp.

Nach den Angaben von C a n u - B a s s l e r bzw. V i g n e a u x sind diese inkrustierende, als Seichtwasserwesen erkannte Arten. Diese Entwicklung kommt am Martinovics-hegy (Berg), am Mátyás-hegy (Berg), am Gellért-hegy (Berg) und im Zugliget vor.

7. Mergelige Entwicklung (Budakeszi). Viele Lithothamnien, vereinzelt Trochosmilien. Neben den ziemlich reichen Muscheln und Schnecken finden sich Serpula-Röhren, ungewisse Krinoiden-Reste und eine *Cellepora* sp. Im Profil wechselt diese Entwicklung mit No. 4 ab. Die Bildungstiefe dieser beiden sublitoralen Fazies mag zwischen 40 und 80 m betragen haben.

Es wäre interessant, die Unterschiede der Faunen in den einzelnen Aufschlüssen durchgehend zu analysieren. Dazu haben wir jedoch momentan keine Möglichkeit. Wir erwähnen nur, dass am Mátyás-hegy (Berg) der Kalk sandiger ist als am Martinovics-hegy (Berg) und Korallen und Seeigel in kleinerer Arten- und Individuenzahl enthält. Die Armut der Mátyás-Berger und das Reichtum der Martinovics-Berger Krebsfauna mit 16 endemischen Arten ist auffallend.

III. Obereozän, mittleres Glied der Priabonstufe, („Horizont des Bryozoenmergels“).

Pelagial

Aus dem Nekton sind im wesentlichen die Zähne derselben Haifischarten bekannt, wie aus dem vorigen Horizont.

Im Plankton sind die Globigerinen (*G. bulloides*, *G. triloba*) in grosser Zahl vertreten.

Benthal.

Litorale Region

Die Brandungszone an der Steilküste (Budaörs, Ördögörm, Szemlő-hegy (Berg), ist fossilifer.

1. Am Martinovics-hegy (Berg) und Gellért-hegy (Berg) kommt eine ungef. 20 m tiefe und stark bewegtes Wasser andeutende schottrige Entwick-

lung mit Hornsteinsplittern, Bruchstücken von Seeigeln, Muscheln und Bryozoenkolonien vor.

2. Nummuliten-Korallenkalk, mit wenig Muscheln und inkrustierenden Bryozoen. Nebst mehreren Orthophragminenarten kommen häufig vor *Nummulites fichteli*, *Rhabdophyllia* sp.

Unter den Bryozoen: *Crisia* sp., *Idmonea gracillima*, *Oncousoecia varians*.

Diese vermutlich zwischen 20 und 40 m Tiefe entstandene Entwicklung ist für die Budaörser Umgebung charakteristisch.

Sublitorale Region

3. Kalkschlammige Entwicklung, durch die Vorherrschaft der Lithothamnien gekennzeichnet, mit vielen grossen Foraminiferen nebst Bryozoen. Zwischen ersteren tritt auch *Nummulites budensis* auf. Unter den Bryozoen sind *Micropora polysticha* und die verschiedenen Schizoporellen-Steginoporellen-Arten prädominant. *Idmonea gracillima* und *Oncousoecia varians* sind subdominante Formen. Die restlichen Bryozoenarten sind akzessorisch. Die häufigste Muschelart ist *Spondylus buchi*. Korallen und Wurmgänge kommen vereinzelt vor.

4. Eine Entwicklung auf mergeligem Substrat, in stark bewegtem sauerstoffreichem Wasser. Indem Nr. 3 ein „Bryozoenkalk“ ist, ist Nr. 4. der eigentliche Bryozoenmergel. Unter den Grossforaminiferen kommt neben *Nummulites fichteli* auch *N. budensis* vor. Es wurden aus dieser Entwicklung auffallend viele Kleinforaminiferen beschrieben. In der Makrofauna sind die Seeigel in Übermacht. Diese haben — den Krebsen des vorigen Horizontes entgegen — am Mátyás-hegy (Berg) ihre günstige Umgebung gefunden und zählen dort 13 Arten, während vom Martinovics-hegy (Berg) bloss 5 beschrieben worden sind. An beiden Fundstätten ist *Schizaster lorioli* häufig.

Die Dekapodenkrebse sind zahlenmässig unbedeutend, und es gibt unter ihnen keine ausgesprochenen Seichtwasserformen.

Die Muschelfauna beschränkt sich auf 6—7 Arten. Am häufigsten sind noch *Chlamys biarrizensis* und *Spondylus radula*. Schnecken sind ganz selten. Dagegen sind Krinoiden häufiger: *Pentacrinus didactylus*, *Rhizocrinus pyriiformis*, *Bourgetocrinus goniaster*, *Bourgetocrinus thorenti*.

Auch die Brachiopoden treten in dieser Entwicklung auf: *Terebratulina tenuistriata*, *Terebratulina caputserpentis*, *Terebratula* sp., *Argiope* sp.

Korallen gibt es nur ausnahmsweise, dagegen treten die Bryozoen zur vorherrschenden Gruppe der Vergesellschaftung vor. Die klassische Lokalität ist Mátyás-hegy (Berg)-Szépvölgy, von wo 50 Arten beschrieben worden sind. Diese Zahl umfasst jedoch die Formen mehrerer Schichten, ja sogar von drei verschiedenen Entwicklungen. Deshalb teilen wir diese zusammenfassende Liste hier nicht mit.

Im typischen Bryozoenmergel sind *Onychocella angulosa* und *Batopora multiradiata* die dominanten Arten. Subdominant sind *Steginoporella elegans*, *Idmonea gracillima*, *Mecynoeia proboscidea*, *Micropora coriacea*; die restlichen Bryozoen können als akzessorisch betrachtet werden. Die optimalen Bedingungen für all diese Arten herrschen um 80 m Tiefe vor. Fast alle sind inkrustierende, stärkerer Wasserbewegung angepasste Arten. Diese haben am Boden des Seichtmeeres einen „Bryozoenrasen“ gebildet, wie heutzutage im Karibischen Meer, wo dessen Verbreitung gross, aber ziemlich lückenhaft ist. Das Ensemble wird durch mehr oder weniger Lithothamnienknollen ergänzt.

5. Tonige, lockere Mergelentwicklung. Unter den dominanten Batoporenarten wird der Typ *multiradiata* von *conica* unterdrückt. Subdominant sind *Acropora coronata* und *Porina papillosa*. Ziemlich häufig sind die kennzeichnenden hochgewachsenen, mannigfach verzweigten Kolonien der *Cellaria macrostoma*. Auch die Kolonien von *Hornera concatenata* und *Hornera frondiculata* kommen oft vor. Diese sind üppig verzweigte, hochgewachsene Formen, die tieferes Wasser bevorzugen. Grosse Foraminiferen sind selten, jedoch gibt es eine reiche begleitende Kleinforaminiferenfauna.

Serpula-Röhren kommen in allen Entwicklungen des Bryozoenmergels vor.

IV. Obereozän, oberes Glied der Priabonstufe („Horizont des Budaer-Mergels“).

Pelagial

Nekton: Vom Gellért-hegy (Berg) ist eine reiche Fischfauna bekannt. Diese enthält nebst küstennahen Formen auch solche des offenen Meeres, Zähne von *Galeocerdo* und *Notidanus*; *Clupea longimana*, *Alosa? budensis*, *Scomber voitestii*, *Sarda? sp.*, *Lepidopus glerisianus*, *Meletta sardinites*, *Meletta crenata*, *Lepidopides brevispondylus*. Gleichfalls zum Nekton gehört *Sepia hungarica*.

Das Plankton ist durch das Reichthum an Globigerinen gekennzeichnet. *Globigerina bulloides* ist häufiger als *Globigerina triloba*. Die nekroplanktonischen Nautilusse kommen auch hier vor.

Zwei Horizonte enthalten massenhaft Pteropoden: der untere führt Balantien, der obere Valvatellen. Beide Horizonte sind mit Tuffbändern und mit dem massenhaften Auftreten von Globigerinen verbunden. Vermutlich kann in der Herbeischwemmung von Unmengen neritischen Planktons sowie in der Verfrachtung der vulkanischen Asche der Wind eine wichtige Rolle gespielt haben. Die Sedimentierung des Tuffmaterials mag zum grossartigen Absterben der Planktonwesen beigetragen haben.

Benthal.

Litorale Region

1. Die Brandungzone kann nicht recht gut umrissen werden. Ein Patellenfund unterstützt die Annahme, dass der Budaer-Mergel stellenweise eine litorale Bildung darstellen kann (wo er unmittelbar übers Grundgebirge übergreift).

2. Man trifft stellenweise über dem Bryozoenmergel gelagert eine stark detritale, kalksandige, kleine Foraminiferen und Lithothamnien führende, an Crisien reiche Schicht vor. Diese Stellen können als Untiefen, submarine Bänke aufgefasst werden.

Allgemein überwiegend ist die Entwicklung der

Sublitorale Region

3. Den Bildungsverhältnissen des Bryozoenmergels entsprechende, Lithothamnien führende Entwicklung mit *Nummulites budensis*. Orthophragminen kommen nur vereinzelt vor. Die häufigsten Seeigel sind *Echinolampas submilis* und *subellipticus*, die häufigste Muschel *Chlamys biarritzensis*.

Kennzeichnend ist das Ensemble der Bryozoen, das in der Individuenzahl dem Bryozoenmergel nahesteht, jedoch in Verhältnis dazu artenarm ist mit verschobenen Dominanzverhältnissen. Dominant ist *Batopora multiradiata*, subdominant *Steginoporella haidingeri* und *Cellaria macrostoma*. Es kommen weiterhin vor *Entalophora attenuata*, *Idmonea gracillima*, *Hornera sp.*, *Celleporaria sp.*, *Spiropora sp.*

Die häufigen Kleinforaminiferen deuten den 6. Paläogenhorizont von Majzon an.

Die soeben beschriebenen Einschaltungen sind es, wegen derer man früher Bryozoenmergel und Budaer-Mergel als eng zusammengehörige Bildungen betrachtete.

4. Besonders faunenreich ist die etwas lehmigere Mergelentwicklung der Várhegy (Budaer-Burghügel). Es kamen hier nebst der überaus reichen Seeigelfauna (29 Arten) auch Schnecken und Muscheln zum Vorschein (*Xenophora subextensa*, *Pleurotomaria budensis*, *Spondylus radula*). Es fanden sich auch unbestimmbare Krebsreste. Die Bryozoenvergesellschaftung ist auch ungewöhnlich reich: *Cellaria macrostoma*, *Batopora conica*, *Batopora multiradiata*, *Steginoporella haidingeri*, *Porina papillosa*, *Hornera concatenata*, *Acropora coronata*, *Idmonea gracillima*, *Celleporaria sp.*

Auffallenderweise scheint *Onychocella angulosa*, eine inkrustierende Form aus seichterem Wasser, ziemlich häufig zu sein. Mit der Ausnahme der für die Wassertiefe charakteristischen Batoporen sind die übrigen Bryozoen hochgewachsene Formen, die tieferes Wasser bevorzugen.

Die grossen Foraminiferen des Bryozoenmergels sind in dieser Entwicklung abwesend. Das ganze Antlitz der Entwicklung ist von demjenigen des eigentlichen Bryozoenmergels verschieden.

5. Die charakteristische Entwicklung des Budaer-Mergels, mit sehr reicher Kleinforaminiferenfauna, dem 6. Horizont von Majzon entsprechend.

Die Muscheln werden nur durch einige Arten vertreten, jedoch sind die Schnecken häufiger als im typischen Budaer-Mergel. Unter den Brachiopoden trifft man auch *Crania sp.* und *Rhynchonella sp.* Die Krinoiden werden häufiger. Die einzige Koralle ist *Isis brevis*, ziemlich selten.

Die Bryozoen sind in dieser Entwicklung häufig genug, kommen jedoch nicht in gesteinsbildenden Mengen vor. Überwiegend sind die Gattungen *Hornera* und *Idmonea*: *Cellaria macrostoma* ist auch reichlich vertreten; unter den Spiroporen übernimmt *serrata* die Führung. Unter den Entalophoren ist *pulchella* häufiger als *proboscidea*. Unter den Batoporen ist die Art *conica* am häufigsten.

All das macht eine Bildungstiefe von 100–120 m wahrscheinlich.

V. Unteroligozän, Lattorfer Stufe („Horizont des Hárshegyer Sandsteins“).

Pelagial

Die marine Natur gewisser Schichten des Sandsteinkomplexes wird durch die *Lamna*-Zähne und Halitherienreste von Pilisvámos und Üröm sowie durch Abdrücke von Fischwirbeln belegt.

Aus schieferig-tonigen Schichten kamen Reste von Schildkröten und Fischabdrücke zum Vorschein, neben bereits beschriebenen Abdrücken von Festlandpflanzen.

Benthal.

Litorale Region

1. Eine litorale Entwicklung wird durch *Teredo tourнали* und *Ostrea brongniarti* bei Pilisvörösvár, durch *Ostrea gigantea* bei Budakeszi und durch die Ausfüllungen von Borhrmuschelgängen an etlichen anderen Stellen angedeutet.

2. Intensiv detritisch, schottrigsandige Entwicklung mit wenigen grossen Foraminiferen (*Lepidocyclina dilatata*). Die Molluskenfauna ist mit 11 Schnecken- und 5 Muschelarten auffallend reich. Von Solymár kennen wir auch ungewisse Korallen- und Krebsreste.

3. „Tarder“ Entwicklung. Foraminiferenleere, pyritführende Tegelschichten mit Pflanzenresten und Fischabdrücken, ohne Reste von kalkigen Skeletteilen eines benthonischen Faunas.

Sublitorale Region

4. Weiter ab von der Küste wird der Budaer-Mergel lehmiger. In diesen Schichten kommen Bryozoen nur ganz vereinzelt vor. Wegen der schlechten Aufschlussverhältnisse muss von einer eingehenderen Kennzeichnung abgesehen werden. Es ist anzunehmen, dass gewisse Schichten, die man zum Budaer-Mergelkomplex, und andere, die man bereits zum Kisceller-Tegel zählt, eigentlich hiehergehören.

Es ist auffallend, dass in der bisher bekannten Fauna der Lattorfstufe keine Seeigel vorkommen.

VI. Die Fauna der Übergangsserie ins Mitteloligozän (Kisceller-Tegel).

Pelagial.

Nekton

Die Fischfauna ist reicher als zuvor. Die Haifischarten spielen eine untergeordnetere Rolle. Die sind überwiegend pelagische Arten von grossem Körperbau. Ihre Einbettung war rapid (bei gewissen Exemplaren können noch die Umrisse des Magens und der Gedärme unterschieden werden). Die Rolle der Cephalopoden gewinnt auffallend an Wichtigkeit: *Sepia harmati*, *Sepia kiscellensis*, *Spirulirostra bellardii*, *Necroteuthis hungarica*. Nach den Untersuchungen haben diese an Ort und Stelle gelebt, in Fundort ist ein primärer Thanatotop.

Aus dem Plankton ist nebst Globigerinen die Pteropode *Vaginella* sp. bekannt.

Benthal

1. Feinkörnige, tonige Entwicklung, mit einer reichen Fauna aus dünn-schaligen Amussien, Semipekten, Tellinen und anderen Mollusken.

2. Grobkörnigere, sandige Entwicklung, mit der Dominanz von *Aequipekten*- und *Venus*-Arten.

Leider ermöglichen die uns zur Verfügung stehenden Angaben eine folgerichtige Unterscheidung der Lebewelt der obigen zwei Substrata nicht, so dass wir die Fauna dieser offenbar verschiedenen Entwicklungen nur zusammengefasst behandeln werden. Weder können wir anhand der Fauna die litorale und sublitorale Zone unterscheiden.

Die ziemlich häufigen Seeigelreste gehören zu schlammbewohnenden dünnchaligen Arten. *Asteria* sp. kommt auch vor. Eine Spezialität ist *Pseudospidura hungarica* (eine *Ophiurites*-Art). Aus dem Kreis der Krebse sind nebst Decapodenscheren schlechter Erhaltung zwei Cirripedenarten: *Scalpellum lóczyi* und *Scalpellum hungaricum* beschrieben worden. Die anwesenden Brachiopoden sind *Terebratulina tenuistriata*, *Terebratulina caputserpentis*, *Argiope* sp. Die einzige Koralle ist *Isis brevis*.

Die Bryozoen sind selten, ihre Bearbeitung ist im Gange begriffen. Schon feststellbar ist die Anwesenheit der aus dem deutschen Lattorf bekannten Art.

Batopora stoliczkae.

Die Muschelfauna ist auffallend reich an Ostreen.

Es sind insgesamt 388 Muschelarten beschrieben worden. Die reichsten sowohl an Arten als auch an Individuen sind *Lucina*, *Tellina*, die *Venus*-Typen, *Siliqua*, *Saxicava*, *Neræa* und *Pholadomya*. In Schwemmhölzern sind die Wohngänge von *Teredo* häufig.

Die Fauna stimmt am besten mit der norddeutschen überein. Die bisher beschriebene Schneckenfauna zählt 370 Arten. Am häufigsten sind *Rostellaria*, *Turbo*, *Solarium*, *Natica*, *Chenopus*, *Galeodea*, *Volutilithes*, *Athleta*, *Pleurotoma*. Ziemlich oft zu finden sind *Pleurotomaria*, *Trochus*, *Xenophora*, *Murex*, *Fusus*,

Lyrina, *Oliva*.

Unter den Pteropoden kamen *Cleodira*, *Balantium*, *Vaginella* und die für das hessische Mitteloligozän kennzeichnende *Styliola* zum Vorschein.

Die weitere eingehende Kennzeichnung dieser Mitteloligozänfauna übertritt die Rahmen unseres Gegenstandes. Wir haben sie nur der Ergänzung der Faunensequenz halber erwähnt.

Nach der Aufzählung der Tatsachen wollen wir nun die Deutung der räumlichen und zeitlichen Verteilung der Litho- und Biofazies, d. h. die Aufzeichnung der Gestaltung der ökologischen und zöologischen Verhältnisse in der Budaer-Bucht angreifen.

Wie es aus den bisherigen hervorgeht, kann die auf petrographisch-geologischer Grundlage fussende Fazieseinteilung auf paläobiologischem Wege verfeinert und dagegen die zeitliche Verschiedenheit identischer Lithofazies anhand der Unterschiede der Lebewelt belegt werden.

Nach all dem ist die zusammenfassende Faziesverteilung wie folgt (Fig. 4):

Priabonische Stufe, unteres Glied

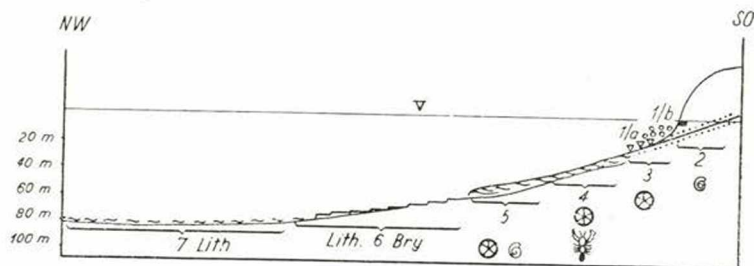
Steilküste

- 1/a Fossilleeres Konglomerat und Brekzie aus lokalen Materialien.
- 1/b Entwicklung mit Ostreenbänken, Bohrmuscheln.

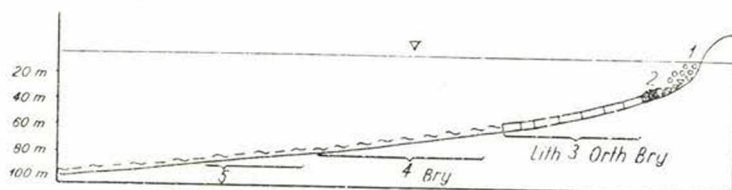
Flachstrand

- 2. „Sandstrand“ mit Nummuliten und Orthophragminen. Zone der Grünalgen bis 20 m Tiefe.
- 3. Kalkiger Sand mit der Dominanz von Seeigeln. (Ungef. 20 m Tiefe.)
- 4. Kalkschlamm mit der Dominanz von Korallen und Krebsen.

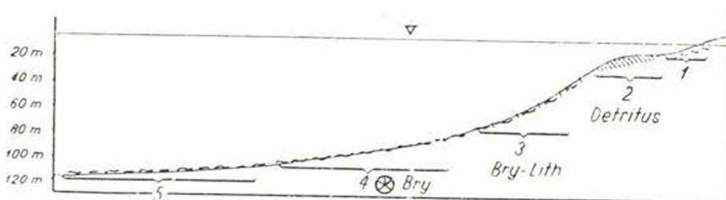
Priabonstufe, unteres Glied



Priabonstufe, mittleres Glied



Priabonstufe, oberes Glied



Lattorfer Stufe

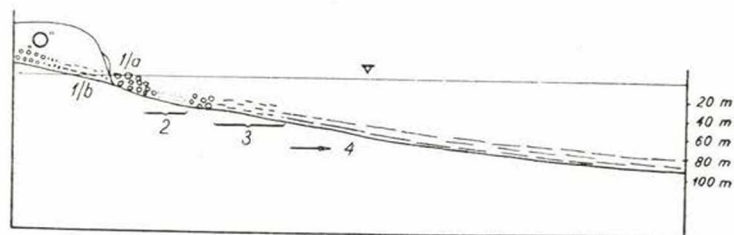


Fig. 4.

5. Kalkschlamm mit Orthophragminen und Seeigeln. Entwicklung 4 und 5 vertreten die Braunalgenzone mit *Crisia* (20–50 m).

6. Lithothamnienkalk mit inkrustierenden Seichtwasserbryozoen.

7. Lithothamnienmergel.

Die Tiefe von Entwicklung 6 und 7 mag auf 40–80 m gesetzt werden.

Priabonische Stufe, mittleres Glied

Steilküste

- 1/a Fossilleeres Konglomerat und Brekzie aus lokalen Materialien.
- 1/b Entwicklung mit Lumachelle und Hornsteinsplittern (ungef. 20 m).
2. Nummuliten-Korallen-Bryozoenkalk (Braunalgen-Crisienzone, 20—40 m).
3. Lithothamnien-Orthophragminen-Bryozoenkalk.
4. Typischer Bryozoenmergel mit Orthophragminen, Krinoiden, Brachiopoden.
5. Lehmigerer Bryozoen-Foraminiferenmergel. Die Entwicklungen 3—5 konnten in einer Tiefe von 40 bis 100 m, in der angegebenen Reihenfolge entstanden sein.

Priabonische Stufe, oberes Glied

Flachstrand

1. Bryozoen-Kleinforminiferen-Patellen-Entwicklung am Flachstrand (Grünalgenzone).
2. Detritale Lithothamnien-Crisienbänke (Braunalgenzone 20—50 m).
3. „Pseudo-Bryozoenmergel“ mit Lithothamnien: Rotalgenzone 50—80 m.
4. Entwicklung vom Typ der Várhegy (Burghügel) mit viel Seeigeln und Bryozoen, 80—1100 m.
5. Typischer Budaer-Mergel, mit zunehmend tonigen Schichten, 100—120 m.

Lattorfer Stufe

O/ Fluvialer Sand, Schotter, Ton.

- 1/a Fossilleerer Grobdetritus an einer Steilküste.
- 1/b Ton und Sand am Flachstrand.
- 2/a Seichtwasserentwicklung mit Austern.
- 2/b Schottriger Sand mit Lepidocyclus und Mollusken.
3. Pyritführende Tegelschichten („Tarder Entwicklung“).
4. Sublitorale Tegelentwicklung.

Rupelische Stufe

Flachstrandentwicklung von Sand und Ton, in mehrfacher Abwechslung dem offenen Meere zu, mit einer überwiegend aus Mollusken bestehenden Fauna.

Paläoökologische Auswertung.

Die Entstehung und Eigenschaften der Zönosen bzw. Assoziationen des Benthos sind durch folgende Faktoren bestimmt worden:

1. Die Natur (Festigkeit, Korngrösse) des Substrats.
2. Die Durchbewegtheit und Oxygenkonzentration des Wassers.
3. Die Belichtungsverhältnisse in Abhängigkeit von der Tiefe.

Wir haben in erster Reihe die Fazieswesen in Betracht gezogen (Kalkalgen, kolonienbildende Korallen, Bryozoen). Die Gestaltung der Bryozoenver-

gesellschaftungen ist durch die Tiefenverhältnisse bedingt worden, jedoch nur vermittelt durch Substrat, Algenvegetation und Bewegtheit des Wassers. Die fortwährende Senkung rief die Verschiebung der Dominanzen und die Veränderung der Zusammensetzung des Ensembles hervor, im Sinne der Thienemann'schen Regel der Verschiebung der Lebensbedingungen. Der Umstand, dass im oberen Glied der Priabonischen Stufe, in derjenigen Fazies des Budaer-Mergels, die der Fazies des typischen Bryozoenmergels entsprach, deren originelle Vergesellschaftung nicht mehr zu bestehen vermochte, spiegelt eine Wirkung des Zeitfaktors wider.

Der Salzgehalt des Meeres war nach dem Zeugnisse der Fauna normal. Die Entwicklungen beherbergen eine Fülle stenopolyhaliner Formen. Eine Ausnahme ist die „Tarder“ foraminiferen-, seeigeln- und korallenfreie Entwicklung. Hier kann man vielleicht die versüssende Wirkung der grossen Wasserflüsse der intraoligozänen Denudation in Betracht ziehen.

Im unteren und mittleren Priabon war die Wassertemperatur zweifelsohne über 20°: die Korallenkolonien gediehen freudig. Stellenweise traten jedoch kälteres Wasser liebende Bryozoen (*Micropora coriacea*, *Peristomella coccinea*, später die *Hornera*-Arten) auf. Das kann die lokale Kühlwirkung kalter Karstquellen andeuten.

Im oberen Priabon, und später im Oligozän sind die Korallenkolonien abwesend, die Rolle der Kalkalgen ist auch wesentlich geringer. In der Fisch- und Molluskenfauna sind die Elemente nördlicher Sippung häufiger. Auf dieser Grundlage kann eine gewisse Abnahme der Temperatur vermutet werden.

Die „Tarder“ Entwicklung kann durch die Annahme einer schwefelwasserstoffgesättigten Umgebung gedeutet werden. Diese konnte durch die Verwesung organischer Stoffe entstanden sein, und gestaltete einerseits die Umgebung in eine für die Lebewesen ungünstige Richtung, und hat andererseits die Fossilisationsaussichten der kalkigen Skeletteile stark abgesetzt.

Die Gestaltung der Lebewelt wurde vermutlich auch durch die wiederholten vulkanischen Aschenregen beeinflusst. Deren Rolle im massenhaften Absterben der Globigerinen und Pteropoden wurde bereits besprochen. Auf die Benthoswesen mögen diese vermittelt durch die Zugrunderichtung der planktonischen Nährstoffe und durch die zeitweilige Beeinflussung der chemischen und Belichtungszustände ausgewirkt haben.

All diese Faktoren haben eine selektive Wirkung ausgeübt. Durch das Ausbleiben und Spärlicherwerden gewisser Formen wurden die Zönosen „ungesättigt“: es haben sich weitgehende Möglichkeiten zur Einwanderung neuerer Formen ergeben, infolgedessen aufs Mitteloligozän das ganze Bild der Biosynökie sich radikal veränderte.

Nach den besprochenen wird der Überblick der Zusammenhänge zwischen den Veränderungen der Umgebung und der Gestaltung der Lebensgemeinschaften nicht schwerfallen.

Wir möchten nur betonen, dass wir in der Bryozoengemeinschaft gewisse Vikariierungserscheinungen feststellen konnten; zwischen den Arten *polystycha* und *coriacea* der Gattung *Micropora*, *haidingeri* und *elegans* der Gattung *Steginoporella*, *multiradiata* und *conica* der Gattung *Batopora*, *catenata* und *serrata* der Gattung *Spiropora*, und endlich *pulchella* und *proboscidea* der Gattung *Entalophora*. Es sind diese nicht zeitliche, sondern fazielle, in erster Reihe tiefenzonengemässe Substitutionen.

Paläozoogeographisch schliesst sich die Fauna des Obereozäns nach den Bryozoen, Mollusken, Krebsen und Seeigeln eng an die Lebewelt des norditalienischen Mittel- und Obereozäns an. Die Untersuchung der Krebse und Bryozoen deutet einen Zusammenhang mit dem Siebenbürgischen Becken wenigstens für den mittleren Horizont des Priabons. Demnach erfolgte in dieser Zeit eben in unserem Gebiet ein Faunenausgleich zwischen den südöstlichen und südwestlichen Asten der Tethys.

Im Unteroligozän fällt immer stärker der Zusammenhang mit der norddeutschen Entwicklung auf. Paläogeographisch ist es klar, dass die unmittelbare Verbindung mit Italien mit der Emersion Transdanubiens aufhörte.

Schlussbemerkungen

Wir trachteten in unserer Abhandlung das Prinzip des Aktualismus so weit wie möglich anzuwenden. Wir sind dessen bewusst, dass die Anwendung des „biologischen Aktualismus“ in der Paläobiologie grosse Vorsicht erheischt, und nur mit der bestmöglichen Inbetrachtung aller geologischer Angaben, in Einklang mit letzteren und mit der Vermeidung allzu weitgehender Detailbetrachtungen vorgenommen werden kann.

Wir hoffen, dass es gelang, die auffallenden Widersprüche in unserer Fachliteratur, nämlich dass nach einigen Verfassern die Fauna des Mergelkomplexes der des Nummulitenkalkes, nach anderen der des rupelischen Tegels ähnelt, weiterhin, dass nach einen die Faunen der Bryozoen- und Budaer-Mergel im wesentlichen identisch, nach anderen weit verschieden ist, wenigstens zum Teil aufzulösen.

Der Widerspruch hat sich nämlich daraus ergeben, dass die verschiedenen Verfasser verschiedene Tiergruppen mit grösserem Gewicht in Rechnung gezogen haben, und nur die Zahl der Arten, nicht aber ihre Häufigkeit betrachteten. Dabei haben sie die Klärung der Faziesverhältnisse vernachlässigt.

Wir können zusammenfassend feststellen, dass

1. die Fauna des sog. Bryozoenmergels mit der des sog. Nummuliten-Orthophragminenkalkes darum so viel gemeinsame Züge zeigt, weil

a) die beiden Entwicklungen räumlich und zeitlich unmittelbar aneinandergereiht sind,

b) der Nummuliten-Orthophragminenkalk auch mergelige Einschaltungen und der Bryozoen-Mergel auch kalkige Entwicklungen führt.

2. Die Fauna des Budaer-Mergels ist der des Bryozoen-Mergels darum in vielen Hinsichten ähnlich, weil

a) die beiden Formationen zeitlich kontinuierlich verbunden und petrographisch identisch sind, jedoch der Budaer-Mergel im Durchschnitt eine etwas offenere und etwas tiefere Faziesgruppe darstellt,

b) gewisse Partien des Budaer-Mergels unter Umständen entstanden sind, die denen des typischen Bryozoen-Mergels entsprechen.

3. Die Fauna des Budaer-Mergels ist der des Kisceller-Tegels in gewissem Masse ähnlich, weil

a) der erste im fortlaufend überschwemmten Gebiet mit einer zunehmenden Lehmigkeit der Ablagerung kontinuierlich in den letzteren übergeht, und ebendarum gewisse Schichten einmal zu diesem, einmal zu jenem gezählt worden sind:

b) beide ein Ausbleiben der eozänen Formen aufweisen, da die Deckschichten der Mergelgruppe bereits an der Grenze Eozän-Oligozän entstanden sind, als bereits die nördlich-nordöstlichen Verbindungen durch die beginnende Emersion zerrissen wurden. In den Zönosen von gestörtem Gleichgewicht treten nach und nach die Faunenelemente der nördlichen Oligozän-entwicklung auf.

LITERATUR

1. Andreánszky, G.: Adatok a hazai harmadkori flóra ismeretéhez. (Beiträge zur Kenntnis der einheimischen tertiären Flora). *Földtani Közlöny*, **81**. 1951.
2. Andreánszky, G.: Újabb harmadidőszaki páfrányok. (Neuere Tertiärfarne) *Földtani Közlöny* **81**. 1952.
3. Balogh, J.: A nagykovácsi medence geol. viszonyai. (Geologische Verhältnisse des Beckens von Nagykovácsi). 1924 (*Doktorarbeit*).
4. Bartkó, L.: Adatok a Budai-hegység felépítéséhez. (Beiträge zum Aufbau des Budaer Gebirges.) *Jahresbericht des Geologischen Instituts*, 1944.
5. Bánya, M. — Kiss-Kocsisné: Adatok a Budapest környéki eocén elterjedéséhez. (Angaben zur Verbreitung des Eozäns in der Umgebung von Budapest). *Földtani Közlöny* **85**. 1955.
6. Bódogh, E.: Geológiai tanulmányok Budakeszi környékén. (Geologische Studien in der Umgebung von Budakeszi.) *Doktorarbeit*. Geologisches Institut der Universität Szeged.
7. Bogsch, L.: Adatok a kiscelli agyag ujlaki és pasaréti feltárásának ismeretéhez. (Beiträge zur Kenntnis der Ujlaker und Pasaréter Aufschlüsse des Kisceller Tegels.) *Doktorarbeit*. 1929.
8. Bokor, Gy.: A Budai-hegység nyugati peremének földtani viszonyai. (Geologische Verhältnisse am westlichen Rand des Budaer Gebirges). *Földtani Közlöny*, **69**. 1939.
9. Canu, F. — Bassler, R. S.: A synopsis of American early tertiary Cheilostome Bryozoa. *Washington*, 1917.
10. Canu, F. — Bassler, R. S.: North American Early Tertiary Bryozoa. *Washington*, 1920.
11. Canu, F. — Bassler, R. S.: Contribution à l'étude des Bryozoaires d'Autriche et de Hongrie. *Paris, Bull. Soc. Géol. Fr.* **24**. 1924.
12. Cori, C. J.: Bryozoa. *Kükenhals's Handbuch der Zoologie*. Berlin, 1941.
13. Dollo, L.: La paléontologie éthologique. *Bull. Soc. Belg. de Pal. et Hydr.* **23**. 1909.
14. Ekman, Sven: Zoogeography of the Sea. *London*, 1953.
15. Fekete, Z.: Adatok a hárshegyi homokkő geológiájához. (Beiträge zur Geologie des oligozänen Sandsteines der Umgebung von Budapest) *Földtani Közlöny*, **65**. 1935.
16. Ferenczi, J.: Adatok a buda-kovácsi hegység geológiájához. (Daten zur Geologie des Buda-Kovácsier Gebirges). *Földtani Közlöny*, **55**. 1925.
17. Földvári, A.: A Dunántúli Középhegység eocén előtti karsztja. (Der voreozäne Karst des Transdanubischen Mittelgebirges). *Földtani Közlöny*, **63**. 1933.
18. Gekker, R. F.: Vvedenie v paleoekologiju. (Einführung in die Paläoökologie). *Moszkva*, 1957.
19. Hantken, M.: A buda-esztergomi vidék szerves testek képezte kőzetei. (Die durch organische Körper gebildeten Gesteine der Buda-Esztergomer Umgebung.) *Math. Term. Tud. Közl.* **4**. 1865/66.
20. Hantken, M.: A budakeszi márga mikroszkópi faunája. (Die mikroskopische Fauna des Budakeszer Mergels). *Math. Term. Tud. Ért.* **VI**.
21. Hantken, M.: A budai Albrecht-úton feltárt márgarétegek faunája. (Die Fauna der am Albrechtstrasse in Buda aufgeschlossenen Mergelschichten). 1871.

22. Hantken, M.: Az ürömi és zugligeti márga. (Die Mergel von Üröm und Zugliget.) *Földtani Közlöny* **2**. 1872.
23. Hantken, M.: A budai márga. (Der Budaer Mergel.) *Jahrbuch des Geologischen Instituts*. 1873.
24. Hantken, M.: A Buda vidéki óharmadkori képződmények. (Alttertiäre Bildungen der Umgebung von Buda.) *Földtani Közlöny*, **10**. 1880.
25. Hantken, M.: Új adatok a buda-nagykovácsi hegység és az esztergomi vidék föld- és őslénytani ismeretéhez (Neue Beiträge zur geologischen und paläontologischen Kenntnis des Buda-Kovácsi Gebirges und der Umgebung von Esztergom). 1884.
26. Hantken, M.: Catalogue of the Bryozoa found in the lower oligocene marl (Clavulina Szabói beds) of the country of Buda in Hungary.
27. Hantken, M. — Hofmann, K. — Halaváts, Gy.: Budapest és Tétény vidéke. (Die Umgebung von Budapest und Tétény.) 1902.
28. Hedgpeth, Joel W.: Treatise on Marine Ecology and Paleontology. *Baltimore*, 1957.
29. Hegedűs, Gy.: Adatok a Pilis-hegység földtani ismeretéhez. (Beiträge zur geologischen Kenntnis des Pilisgebirges). *Földt. Int. Évi Jel.* 1945/47.
30. Hofmann, K.: A buda-kovácsi hegység földtani viszonyai. (Geologische Verhältnisse des Buda-Kovácsi Gebirges). *Földt. Int. Évk.* **1**. 1871.
31. Hofmann, K.: Adalék a buda-kovácsi hegység másodkori és régibb harmadkori képződményei puhányfaunájának ismeretéhez. (Ein Beitrag zur Kenntnis der Molluskenfaunen der sekundären und alttertiären Bildungen des Buda-Kovácsi Gebirges). *Földt. Int. Évk.* **2**. 1872.
32. Hofmann, K.: Megjegyzések trachytanyagok a hazai óharmadkori lerakódásokban való előfordulására nézve. (Bemerkungen über das Vorkommen von Trachytmaterial in den einheimischen alttertiären Ablagerungen). *Földtani Közlöny* **9**. 1879.
33. Hofmann, K.: Buda vidékének némely óharmadkori képződményéről. (Über gewisse alttertiäre Bildungen der Umgebung von Buda). *Földtani Közlöny* **10**. 1880.
34. Horusitzky, F. és Vigh Gy.: Az óharmadkori vulkánosság újabb nyomai a Budai-hegységben. (Neuere Spuren des alttertiären Vulkanismus im Budaer Gebirge). *Földtani Közlöny* **63**. 1933.
35. Horusitzky, F.: A Budai-hegység földtani alkata. (Geologischer Aufbau des Budaer-Gebirges). 1955.
36. Horusitzky, H.: Budapest székesfőváros geológiai viszonyairól. (Über die geologischen Verhältnisse der Haupt- und Residenzstadt Budapest). *Földtani Közlöny* **63**. 1933.
37. Kaszanitzky, F.: A hárshegyi homokkő ásvány-kőzettani vizsgálata. (Mineralogisch-petrographische Untersuchung des Hárshegyi Sandsteines). *Földtani Közlöny* **86**. 1956.
38. Kerekes, J.: Morfológiai adatok a Budai-hegység kialakulásához. (Morphologische Beiträge zur Entstehung des Budaer Gebirges). *Hidr. Közl.* **18**. 1938.
39. Koch, A.: Die geologischen Verhältnisse in Umgebung von Solymár. *Verh. Geol. R.-A.* 1871.
40. Kolosváry, G.: Eine neue Balanide aus dem ung. Eozän. *Ann. Hist. Nat. Mus. Nat. Hung.* **40**. 1947.
41. Kolosváry, G.: A Dunántúl eocén koralljai. (Eozäne Korallen Transdanubiens.) *Földtani Közlöny*, **79**. 1949.
42. Kolosváry, G.: Az árapályöv öséleti szempontból. (Die Ebbe-Flutzone in paläobiologischer Betrachtung). *Földtani Közlöny*, **83**. 1953.
43. Korim, K.: A Nagykovácsitól délre fekvő terület földtani viszonyai. (Geologische Verhältnisse des Gebietes südlich von Nagykovácsi). *Doktorarbeit*, 1946.
44. Kretzoi, M.: Alttertiäre Perissodactylen aus Ungarn. *Ann. Mus. Nat. Hung. P. Min. Geol. Pal.* **33**. 1940.
45. Kretzoi, M.: *Necroteuthis* n. g. a kiscelli oligocénből. (*Necroteuthis* n. g. aus dem Kisceller Oligozän). *Földtani Közlöny*, **72**. 1942.
46. Kretzoi, M.: A legidősebb magyar ősemlecs-lelet. (Der älteste ungarische Ursäugetierfund). *Földtani Közlöny*, **83**. 1953.
47. Kubacska, A.: Adatok a Nagyszál környékének geológiájához. (Beiträge zur Geologie des Nagyszálberges). *Földtani Közlöny*, **55**. 1925.

48. Kubinyi, F.: Az óbudai szépvölgyi nummulitmészaköben talált halfogakról. (Über die im Nummulitenkalk des Széptales vorgefundenen Fischzähne). *Földt. Munk.* **2.** 1863.
49. Leél—Össy, S.: A magyarországi karsztosodás kezdetei. (Die Anfänge der Verkarstung in Ungarn). *Földr. Ért.* 1952.
50. Lőrenthey, I.: Pteropodás márga budapesti óharmadkori képződményekben (Pteropodenmergel in Alttertiärbildungen von Budapest). *Földt. Közl.* **33.** 1903.
51. Lőrenthey, I.: Újabb adatok Budapest környéke harmadidőszaki üledékeinek geológiájához. (Neue Beiträge zur Geologie der Tertiärablagerungen in der Umgebung von Budapest). *Mat. Term. Tud. Ért.* **29.** 1911.
52. Lőrenthey—Beuerlen: Die fossilen Dekapoden der Länder der Ungarischen Krone. *Geol. Hung. Ser. Pal.* **3.** 1929.
53. Löwy, B.: A budai Kis-Svábhegy földtani viszonyai. (Geologische Verhältnisse des Budapester Kleinen Schwabenberg). *Doktorarbeit*, 1928.
54. Majzon, L.—Teleki, G.: A városligeti II. mélyfúrás. (Die Tiefbohrung Városliget Nr. 2.). *Hidr. Közl.* **20.** 1940.
55. Meznieries, I.: Die Brachiopoden des ungarischen Tertiärs. *Ann. Hist. Nat. Mus. Nat. Hung. P. Min. Geol. Pal.* **36.** 1943.
56. Méhes, K.: Budapest vidékének eocén ostracodái. (Eozänen Ostrakoden der Umgebung von Budapest). *Geol. Hung. Ser. Pal.* **12.** 1936.
57. Méhes, K.: Az oligocén lepidocyclinás képződmények előfordulása Soly máron. (Ein Vorkommen der oligozänen Lepidocyclinenschichten bei Soly máron). *Besz. M. Földt. Int. Vtául. Évi Jel. függék.* 1943.
58. Nalivkin, D. V.: Ucsenie o faziach. (Faziologie.)
59. Nicklés, J. M. & Bassler, R. S.: A synopsis of American fossil Bryozoa including bibliography and synonym. *Bull. U. S. Geol. Survey Washington*, 1900.
60. id. Noszky, J.: A Dunabalsági hegyrögök környezetének geológiai viszonyai. (Geologische Verhältnisse der Schollen links von der Donau). *Földt. Int. Évi Jel.* **1.** 1936/38.
61. id. Noszky, J.: A kiscelli agyag Mollusca-faunája. (Molluskenfauna des Kisceller Tegels). *Ann. Mus. Nat. Hung. P. Min. Geol. et Pal.* **32. 33.** 1939. 1940.
62. Oppenheim, P.: Die Priabonaschichten und ihre Fauna im Zusammenhange mit gleichaltrigen und analogen Ablagerungen. *Palaeontographica* **47.** 1906, 1961.
63. Papp, F.: Bauxit a Zugligetből. (Bauxit aus dem Zugliget). *Földtani Köz löny* **64.** 1934.
64. Pávay, E.: A budai márga ásatag tuskőncei. (Fossile Echiniden des Budaer Mergels). *Földt. Int. Évk.* **3.** 1875/78.
65. Pávay—Vajna, F.: F. eocén kvarcetrachit (riolit) tufa a budai Mátyás-hegyen (Obereozän [Rhiolith-] Quarztrachyttuff am Budaer Mátyás-Berg). *Földtani Köz löny*, **42.** 1912.
66. Pergens, Ed.: Note préliminaire sur les Bryozoaires fossiles des environs de Kolosvár. *Bruzelles*, 1887.
67. Pergens, Ed.: Bryozoaires des environs de Buda. *Bull. Soc. Belge Géol. Pal. Hydr.*, **10.** 1896.
68. Radnóty, E.: Harmadidőszaki rétegek kifejlődése a Budai-hegység zugligeti részén. (Die Entwicklung tertiärer Schichten in der Zugligeter Umgebung des Budaer Gebirges). *Földtani Köz löny*, **75/76.** 1945/46.
69. Rásky, K.: Fosszilis Chara-félék termései a városligeti II. sz. mélyfúrásból és a pécsi ivóvízkutató fúrásokból. (Die Früchte fossiler Charaarten aus der Tief-Bohrung Városliget II und aus den Wasserschürfungen bei Pécs). *Földtani Köz löny*, **71.** 1941.
70. Rásky, K.: A Budapest környéki kiscelli agyag oligocén flórája. (Oligozäne Flora des Kisceller Tegels bei Budapest). *Földtani Köz löny*, **73.** 1943.
71. Rásky, K.: Dunántúli fosszilis Charophyta termékek (Fossile Charophytenfrüchte aus Transdanubien). *Földt. Int. Évi Jel.*, 1949.
72. Rásky, K.: Fosszilis növények a budapesti „budai” márgaösszetből. (Fossile Pflanzen aus dem Budaer Mergelkomplex in der Umgebung von Budapest). *Földtani Köz löny*, **86.** 1956.
73. Reuss, A. E.: Über einige Bryozoen aus dem deutschen Unteroligozän. *Sitzb. k. k. Akad. d. Wiss. I. Abt.* 1867.
74. Rozlozsnik, P.: Adatok a buda-kovácsi hegység óharmadkori rétegeinek ismeretéhez. (Beiträge zur Kenntnis der Alttertiärbildungen des Buda-Kovácsi-Gebirges). *Földt. Int. Évi Jel.*, **1925/1928**; 1935.

75. Schafarzík, F.: A Gellérthegey geológiai viszonyairól (Über die geologischen Verhältnisse des Gellértberges), *Földtani Közlöny*, **50**. Budapest, 1920.
76. Schréter, Z.: Barton emeletbeli nummulites-es mészkő előfordulása a Gellérthegey (Vorkommen bartonischen Kalksteines am Gellértberg), *Földtani Közlöny*, **39**. 1909.
77. Schréter, Z.: Harmadkori hévforrások a Budai-hegységben (Tertiäre Thermalquellen im Budaer Gebirge), *Földt. Int. Évk.*, Budapest, 1912.
78. Schubert, R.: Magyarországi harmadidőszaki halotholithusok (Tertiäre Fischolithen aus Ungarn), *Földt. Int. Évk.* **20**. 1912.
79. Schwarzbach, M.: Das Klima der Vorzeit. *Stuttgart*, 1950.
80. Sóó, R.: Fejlődéstörténeti növényrendszertan (Entwicklungsgeschichtliche Pflanzensystematik), *Budapest*, 1953.
81. Sóó, R.: Növényföldrajz (Pflanzengeographie), *Budapest*, 1953.
82. Strausz, L.: A csobánkai felsőeocén (Das Obereozän von Csobánka), *Földtani Közlöny*, **53**. 1923.
83. Szabó, J.: Pest-Buda környékének földtani leírása (Die geologische Beschreibung der Umgebung von Pest-Buda), *Budapest*, 1852.
84. Szabó, J.: Budapest területének földtani fejlődése (Geologische Entwicklung des Gebietes von Budapest), *M. Akad. Ért.*, **16**. 1856.
85. Szabó, N.: Adalékok a Hármashatárhegy geológiájához (Beiträge zur Geologie des Hármashatár-Berges), *Budapest*, 1946, *Doktorarbeit*.
86. Szabó, P. Z.: Magyarországi karsztformák klímátörténeti vonatkozásai (Klimageschichtliche Aspekte ungarischer Karstformen), *Földrajzi közlemények*, **2**, 1956.
87. Székely-Fux, V., — Barabás, A.: A dunántúli felsőeocén vulkánosság (Der obereozäne Vulkanismus in Transdanubien), *Földtani Közlöny*, **83**. 1953.
88. Szörényi, E.: A budai márga és faunája (Der Budaer-Mergel und seine Fauna), Beilage zu *Földtani Szemle*, 1929, Budapest (*Doktorarbeit*).
89. Szörényi, E.: Adatok a harmadkori Sepia-félék ismeretéhez (Beiträge zur Kenntnis der tertiären Sepien), *Földtani Közlöny*, **63**. 1933.
90. Szöts, E.: Magyarország eocén (paleogén) képződményei (Die Eozän- [Paläogen]-Bildungen Ungarns), *Geol. Hung. Ser. Geol.* **9**. 1956.
91. Sztrokay, K.: A budai márga közettani vizsgálata (Petrographische Untersuchung des Budaer-Mergels), *Földtani Közlöny*, **62**. 1932.
92. Telegdi-Roth, K.: Paleogén képződmények elterjedése a Dunántúli-Középhegység északi részében (Verbreitung der Paläogenbildungen im Norden des Transdanubischen Mittelgebirges), *Földtani Közlöny*, **54**. 1923.
93. Telegdi-Roth, K.: Infraoligocén denudáció nyomai a Dunántúli-Középhegység ÉNY-i peremén (Spuren einer infraoligozänen Denudation am NW-lichen Rand des Transdanubischen Mittelgebirges), *Földtani Közlöny*, **57**. 1927.
94. Telegdi-Roth, K.: A Vác melletti Kósd községnél átfúrt eocénkorú széntelep (Der bei der Gemeinde Kósd bei Vác durchbohrte eozäne Kohlenflöz), *Földtani Közlöny*, **31**. 1901.
95. Toborffy, Z.: A Budapest környéki oligocénről, különös tekintettel a geológiai korhatárok megállapítására (Übers Oligozän der Budaer Umgebung, mit besonderer Rücksicht auf die Feststellung der geologischen Altersgrenzen), *Földt. Int. Évi Jel.*, **1917/19.**; 1923.
96. Vadász, E.: A dunabalszéli idősebb rögök őslénytani és földtani viszonyai (Die geologischen und paläontologischen Verhältnisse der älteren Schollen links von der Donau), *Földt. Int. Évk.*, **18**. 1910.
97. Vadász, E.: Eocén-kérdések (Eozän-Probleme), *Földtani Közlöny*, **72**. 1942.
98. Vendl, A.: Reambulierung in der Umgebung von Budaörs, *Földt. Int. Évi Jel.*, **1917/19.**
99. Vendl, A.: A kiscelli agyag (Der Kisceller Tegel), *Földt. Int. Évk.*, **29**.
100. Vigh, Gy. — Horusitzky, F.: Karszthydrologiai és hegyszerkezeti megfigyelések a Budai-hegységben (Karsthydrologische und tektonische Beobachtungen im Budaer-Gebirge), *Földt. Int. Évi Jel.*, **4**, 1933/35.
101. Vogl, V.: Tanulmányok az eocén Nautilusok köréből (Studien über eozäne Nautilusse), *Földtani Közlöny*, **38**. 1908.
102. Vogl, V.: A pizskei bryozoás márga faunája (Fauna des Bryozoenmergels bei Piszke), *Földt. Int. Évk.*, **18**. 1910.

103. V o g l, V.: Az eocén és oligocén képződmények határa Budapest környékén (Die Grenze der Eozän-und Oligozänbildungen bei Budapest), *Budapest*, 1912.

104. W a g n e r, J.: Kiscelli k. oligocén rétegek kétkopoltyús cephalopodái és új Sepia-féle a magyar eocénből. (Dibranchiaten der Mitteloligozänschichten bei Kiscell und eine neue Sepie aus dem ungarischen Eozän,) *Ann. Mus. Nat. Hung., Min. Geo. Pal.*, **31**, 1937/38.

105. W a s m u n d: Die Verwendung biosoziologischer Begriffe in der Biostratonomie. *Verh. Nathist. Mediz. Heidelbg.*, **16**, 1929.

106. W e i l e r, W.: Két magyarországi oligocén halfauna (Zwei Fischfaunen aus dem ungarischen Oligozän), *Geol. Hung. Ser. Pal.* **11**, 1933.